

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA



APLICACIÓN DEL RIEGO PARCIAL BAJO EL SISTEMA POR GRAVEDAD EN AJI PANCA (*Capsicum chinense*) Y AJI ESCABECHE (*Capsicum baccatum* L.var *pendulum*) EN EL VALLE DE MALA

Presentado por:

ARNOLD CHRIST QUISPE ALCANTARA

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRICOLA

Lima – Perú

2016

INDICE

I.	INTRODUCCION	15
1.	JUSTIFICACION	15
2.	OBJETIVOS	16
2.1.	OBJETIVO GENERAL	16
2.2.	OBJETIVOS ESPECIFICOS	16
II.	REVISION LITERARIA	17
1.	EL CULTIVO DE AJI	17
1.1.	ORIGEN Y TAXONOMIA	17
1.2.	IMPORTANCIA EN EL MUNDO	17
1.3.	ASPECTOS BOTANICOS	18
1.4.	CLASIFICACION DE AJIES EN EL PERU	20
1.5.	REQUERIMIENTO DE AGUA	25
2.	ESTRÉS HIDRICO	26
2.1.	GENERALIDADES	26
2.2.	MEDICION DEL ESTADO HIDRICO DEL SUELO	26
3.	EFFECTOS DEL ESTRÉS HIDRICO EN LA PLANTA	27
4.	RIEGO PARCIAL	28
4.1.	GENERALIDADES	28
4.2.	RIEGO PARCIAL EN CULTIVOS	29
5.	FISIOLOGIA DE LA PLANTA EN RESPUESTA AL RIEGO	32
5.1.	EFICIENCIA DE USO DE AGUA	32
III.	MATERIALES Y METODOS	33
1.	UBICACIÓN	33
2.	DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO	34
2.1.	CARACTERISTICAS DEL SUELO	34
2.2.	CALIDAD DEL AGUA PARA EL RIEGO	35

3. CULTIVO.....	35
4. MATERIALES	36
5. TRATAMIENTOS	38
6. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	39
7. EVALUACIONES	40
7.1. VOLUMEN DE AGUA UTILIZADA	41
7.2. TENSIOMETROS	41
8. METODOS Y PROCEDIMIENTO	42
8.1. MANEJO DEL CULTIVO	42
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	49
1. PERIODO FENOLOGICO	49
2. ALTURA DE LA PLANTA.....	53
3. PRODUCTIVIDAD EN EL CULTIVO	58
4. LARGO DE FRUTO	65
5. DIAMETRO DE FRUTO.....	67
6. ESPESOR DE PULPA	69
7. VOLUMEN DE AGUA UTILIZADO.....	72
8. EVALUACION ECONOMICA.....	75
9. VENTAJAS Y DESVENTAJAS	77
V. CONCLUSIONES	78
VI. RECOMENDACIONES	79
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	80
VIII. ANEXOS	85

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. ANÁLISIS MECÁNICO DEL SUELO – FUNDO RICARDO	34
TABLA 2. ANÁLISIS DE SALES EN EL AGUA – FUNDO RICARDO	35
TABLA 3. CLASIFICACIÓN SALINIDAD DEL AGUA PARA RIEGO	35
TABLA 4. EVALUACIONES AGRONÓMICAS REALIZADAS (LA MOLINA 2013) ...	40
TABLA 5. PARÁMETROS EXPERIMENTALES EVALUADOS (LA MOLINA 2013) ..	40
TABLA 6. DOSIS DE NUTRIENTES	44
TABLA 7. PLAGAS MÁS IMPORTANTES DEL CULTIVO	46
TABLA 8. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL ESTACIÓN: CAÑETE - 158 MSNM.	49
TABLA 9. HUMEDAD RELATIVA: ESTACIÓN CAÑETE - 158 MSNM	50
TABLA 10. PRECIPITACION: ESTACIÓN LA CAPILLA- 442 MSNM	50
TABLA 11. ALTURA DE PLANTA A LOS 149DDT Y 238DDT – CAMPAÑA I	53
TABLA 12. ALTURA DE PLANTA A LOS 66DDPR Y 142 DDPR – CAMPAÑA II	56
TABLA 13. RENDIMIENTO PARCIAL Y TOTAL - CAMPAÑA I	58
TABLA 14. RENDIMIENTO PARCIAL Y TOTAL - CAMPAÑA II	59
TABLA 15. PESO FRESCO POR FRUTO - CAMPAÑA I	61
TABLA 16. PESO FRESCO POR FRUTO EN LA CAMPAÑA II	62
TABLA 17 . MATERIA SECA POR FRUTO - CAMPAÑA II	63
TABLA 18. LARGO DE FRUTO - CAMPAÑA I	65
TABLA 19. LARGO DE FRUTO – CAMPAÑA II	66
TABLA 20. DIÁMETRO DE FRUTO – CAMPAÑA I	67
TABLA 21. DIÁMETRO DE FRUTO – CAMPAÑA II	68
TABLA 22. ESPESOR DE PULPA DEL AJÍ – CAMPAÑA I	69
TABLA 23. ESPESOR DE PULPA DEL AJÍ – CAMPAÑA II	70
TABLA 24. MÓDULO DE RIEGO Y USO EFICIENTE DEL AGUA (UEA) - CAMPAÑA I	73
TABLA 25. MÓDULO DE RIEGO Y USO EFICIENTE DEL AGUA (UEA) - CAMPAÑA II	73
TABLA 26. ANÁLISIS ECONÓMICO POR HECTÁREA – CAMPAÑA I, 2013	76
TABLA 27. ANÁLISIS ECONÓMICO POR HECTÁREA – CAMPAÑA II, 2014	76
TABLA 28. CRONOGRAMA DE RIEGOS EN LA CAMPAÑA I - 2013	85
TABLA 29. CRONOGRAMA DE RIEGOS EN LA CAMPAÑA II – 2014	86
TABLA 30. COSTOS DE PRODUCCIÓN DE AJÍ POR HECTÁREA	88

TABLA 31. COSTOS DE LA INVESTIGACIÓN POR HECTÁREA.....	89
TABLA 32. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES – CAMPAÑA I, 2013	91
TABLA 33. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES – CAMPAÑA II, 2014	92
TABLA 34. DEMANDA DE AGUA PARA EL AJÍ EN LA CAMPAÑA I, 2013	93
TABLA 35. DEMANDA DE AGUA PARA EL AJÍ EN LA CAMPAÑA I, 2014	93

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. UBICACIÓN	33
FIGURA 2. CROQUIS CAMPO EXPERIMENTAL.....	34
FIGURA 3. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	39
FIGURA 4. ESTRUCTURA DE RIEGO	41
FIGURA 5. SENTIDO DE LA PENDIENTE.....	43
FIGURA 6. AFORO DE SURCO.....	45
FIGURA 7. PODA DEL AJÍ.....	48
FIGURA 8. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL - ESTACIÓN CAÑETE	50
FIGURA 9. HUMEDAD RELATIVA MEDIA - ESTACIÓN CAÑETE.....	50
FIGURA 10. PRECIPITACIÓN – ESTACIÓN LA CAPILLA	51
FIGURA 11. CICLO VEGETATIVO PARA LA CAMPAÑA I – 2013	52
FIGURA 12. CICLO VEGETATIVO PARA LA CAMPAÑA II – 2014.....	52
FIGURA 13. LABOR DE TRASPLANTE.....	52
FIGURA 14. ALTURA DE PLANTA - CAMPAÑA I	54
FIGURA 15. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES A Y B PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA - CAMPAÑA I	54
FIGURA 16. ALTURA DE PLANTA DE LOS TRATAMIENTOS -CAMPAÑA I	55
FIGURA 17. ALTURA DE PLANTA - CAMPAÑA II.....	56
FIGURA 18. ALTURA DE PLANTA DE LOS TRATAMIENTOS - CAMPAÑA II.....	57
FIGURA 19. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE ALTURA DE PLANTA - CAMPAÑA II.....	57
FIGURA 20. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO - CAMPAÑA I.....	59
FIGURA 21. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO - CAMPAÑA II	60
FIGURA 22. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE FRUTO - CAMPAÑA I.....	61
FIGURA 23. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE PESO FRESCO DE FRUTO - CAMPAÑA II.....	62
FIGURA 24. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE MATERIA SECO POR FRUTO - CAMPAÑA II.....	64

FIGURA 25. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE LARGO DE FRUTO - CAMPAÑA I.....	65
FIGURA 26. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE LARGO DE FRUTO - CAMPAÑA II.....	66
FIGURA 27. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE FRUTO - CAMPAÑA I.....	67
FIGURA 28. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE DIÁMETRO DE FRUTO - CAMPAÑA II	68
FIGURA 29. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE ESPESOR DE PULPA - CAMPAÑA I.....	70
FIGURA 30. INTERACCIÓN ENTRE LOS FACTORES “A” Y “B” PARA LA VARIABLE ESPESOR DE PULPA - CAMPAÑA II.....	71
FIGURA 31. DOSIS DE AGUA APLICADO - CAMPAÑA I, 2013	73
FIGURA 32. DOSIS DE AGUA APLICADO - CAMPAÑA II, 2014.....	74
FIGURA 33. ESQUEMA HIDRÁULICO DE LA CUENCA DEL RIO MALA.....	87

ANEXOS

ANEXO 1. CRONOGRAMA DE RIEGOS	85
ANEXO 2. ESQUEMA HIDRÁULICO	87
ANEXO 3. COSTOS DE PRODUCCIÓN	88
ANEXO 4. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	91
ANEXO 5. DEMANDA DE AGUA.....	93

Aplicación del Riego Parcial Bajo el Sistema por Gravedad en Ají Escabeche (*Capsicum baccatum* L.var *pendulum*) y Ají Panca (*Capsicum chinense*) en el valle de Mala

RESUMEN

Riego parcial de raíces¹ o secado parcial de raíces² (RPR), es una técnica que ha tenido éxito en el ahorro de agua³ en el género *Capsicum*⁴ cultivado al aire libre y en invernaderos. El objetivo de este experimento fue determinar el efecto del RPR sobre el rendimiento y calidad de fruto de *Capsicum baccatum* L.var *pendulum* y *Capsicum chinense* (ají escabeche y ají panca, respectivamente) cultivados en una zona de vida desértica⁵ desecado Subtropical (dd-S). El arreglo estadístico fue factorial en parcelas divididas con dos factores: tipo de riego y variedad del cultivo, donde cada factor presentó dos niveles: 1) riego parcial de raíces y 2) riego comercial (RC), 1) ají escabeche y 2) ají panca. La frecuencia y tiempo de riego fueron administradas por un agricultor de la zona y controladas por el investigador, tomando en cuenta las limitaciones hídricas en distribución y disponibilidad del agua en el valle de Mala⁶. La alternancia de surcos en las parcelas bajo RPR se realizó cada turno de riego, con una frecuencia promedio de 7 días. Mediciones agronómicas y de caudal se hicieron regularmente en las campañas 2013 (siembra directa) y 2014 (soca, cultivo producto el rebrote después de una poda). El rendimiento, altura de planta, peso de fruto fresco, longitud de fruto, diámetro de fruto y espesor de pulpa no presentaron diferencias estadísticas entre técnicas de riego. En los tratamientos bajo RPR, se alcanzó 20% y 30% de ahorro en agua con una consecuente mejora en el uso eficiente del agua (UEA) del 37% y 40% para el 2013 y 2014 respectivamente, sin cambios significativos en los parámetros mencionados. La mejora en el uso eficiente del agua (UEA) demuestra el potencial que tiene la técnica de RPR en la producción de *Capsicum* en esta región, propensa a limitaciones hídricas.

PALABRAS CLAVE:

Riego parcial de raíces¹, secado parcial de raíces², agua³, *Capsicum*⁴, zona de vida desértica⁵, valle de Mala⁶.

Application of Partial Root Irrigation under Gravity System Irrigation of Escabeche chili (*Capsicum baccatum* L.var *pendulum*) and Panca chili (*Capsicum chinense*) in Mala valley

ABSTRACT

Partial root irrigation¹ or Partial Root Drying² (PRD) is a successful technique that saves water³ in the genus *Capsicum*⁴ cultivated outdoors and in greenhouses. The objective of this experiment was to determine the effect of PRD on yield and fruit quality of *Capsicum baccatum* L.var *pendulum* and *Capsicum chinense* (escabeche chili and panca chili, respectively) cultivated in a subtropical desert life zone⁵ (dd-S). The statistical model was factorial in split plots with two factors: type of irrigation (partial root drying - PRD, complete irrigation - CI) and crop variety. Frequency and time of irrigation was managed by a local farmer and controlled by the researcher, taking into account the limitations in water distribution and availability in the valley. Irrigation took place with an average frequency of 7 days in both systems. Agronomic and flow measurements were done in the 2013 (first cropping season: transplant) and 2014 (second cropping season: regrowth after pruning) seasons. Parameters such as yield, fruit fresh weight, fruit length and fruit thickness did not show statistical differences between treatments; in contrast, plant height, fruit diameter and dry weight of panca chili and fruit diameter of escabeche chili showed significant reduction. PRD allowed 22% and 30% of water saving in escabeche and panca, respectively, while irrigation water use efficient (IWUE) reached 19% and 47% in 2013 and 2014, respectively. The increased IWUE demonstrated the water saving capacity of PRD for *Capsicum* production in the Mala valley⁶, indicating the potential of this technique to improve crop production of smallholders in this region prone to limitations in the supply of irrigation water.

KEYWORDS:

Partial root irrigation¹, partial root drying², water³, *Capsicum*⁴, subtropical desert life zone⁵, Mala valley⁶.

I. INTRODUCCION

1. JUSTIFICACION

La escasez de los recursos hídricos es un tema que en las últimas décadas se ha tornado un problema prioritario para muchas áreas de investigación y disciplinas de estudio en el mundo pues las consecuencias de la actividad antrópica, como la contaminación del ambiente está modificando ecosistemas que antes se consideraban como inmutables. Muchas naciones mediante estudios propician ambientes adecuados, como invernaderos, para hacer agricultura, tecnifican la aplicación de agua pues el recurso se torna escaso y las condiciones edafoclimáticas son inadecuados para el cultivo. Inclusive el uso de hormonas sintéticas que regulan la conductancia estomática en la planta, está tomando importancia en Europa como una opción frente al uso eficiente del agua.

La tecnificación del riego dispone de innovadoras alternativas, pudiéndose optar por riegos localizados de alta frecuencia o técnicas como el riego parcial de raíz, para mejorar la eficiencia de riego. El Perú presenta 1 808 302 hectáreas de superficie bajo riego con cultivos agrícolas donde el 88% de esta área se encuentra bajo riego por gravedad (INEI, 2012) entonces, la tarea de mejorar e implementar sistemas de riego localizados de alta frecuencia va a requerir de investigaciones que incluyan la participación del agricultor, de modo que se logre una estrecha relación entre el manejo del cultivo y el manejo tecnificado del agua.

En el valle de Mala, según el INRENA (2007) el río Mala presenta un caudal que varía desde 1.15 hasta 30.91 m³/s que distribuye entre las diversas comisiones de regantes del valle para regar un área 5530 ha. Los procesos de distribución, conducción y aplicación generan grandes pérdidas de agua, el PSI (1996) indicaron que la eficiencia de riego promedio en todo el valle es del 30%.

Es por ello que se realiza esta investigación, riego parcial de raíces (RPR) o secado parcial de raíces (SPR), técnica de riego en el cual la mitad de la zona radicular de la planta es regada mientras que la otra mitad se mantiene seca. En otras palabras es un riego alternado en espacio y tiempo para generar un ciclo húmedo-seco en una sección del sistema radicular, con el objetivo de propiciar un cierre parcial de estomas pero manteniendo las hojas de la planta hidratadas (Wang et al 2010). La frecuencia del cambio de riego de un lado de la raíz al va a depender del cultivo, de la etapa de crecimiento y del balance hídrico del suelo.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar los efectos del riego parcial sobre el rendimiento en el cultivo de ají panca y ají escabeche.

2.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar los efectos del riego parcial sobre la altura de planta, diámetro de fruto, espesor de pulpa, largo de fruto, materia seca y fresca por fruto del ají panca.
- Determinar los efectos del riego parcial sobre la altura de planta, diámetro de fruto, espesor de pulpa, largo de fruto, materia seca y fresca por fruto del ají escabeche.
- Determinar los volúmenes de agua en relación al rendimiento de cultivos de ají panca y ají escabeche bajo el riego parcial y riego completo.

II. REVISION LITERARIA

1. EL CULTIVO DE AJI

1.1. ORIGEN Y TAXONOMIA

Los ajíes pertenecen al género *Capsicum*, este género se incluye en la extensa familia de las Solanáceas del orden Tubiflorae, que a su vez está en la clase Dicotyledoneae.

El origen de los *Capsicum* se remonta de las regiones tropicales y subtropicales de América, probablemente en el área de Bolivia – Perú donde se han encontrado semillas de formas ancestrales de más de 7000 años (Nuez et al, 1996).

Heiser (1964), menciona que la diseminación de este género se extendió probablemente desde el borde más meridional de los Estados Unidos a la zona templada cálida del sur de Sudamérica. Una hipótesis de las más aceptadas, sobre el lugar y modo de evolución de las especies de *Capsicum*, sugieren que una porción importante del género *Capsicum* se originó en un «área núcleo» de Bolivia surcentral, con una subsiguiente migración a los Andes y tierras bajas de la Amazonía (McLeod et al., 1982; 1983).

Este género incluye cerca de 25 especies silvestres y 5 domesticadas *Capsicum chinense*, *C. baccatum*, *C. annuum*, *C. pubescens* y *C. frutescens*. La taxonomía de este género es compleja debido a la gran variedad de formas existentes en las especies cultivadas y a la diversidad de criterios utilizados en la clasificación (Nuez et al, 1996).

1.2. IMPORTANCIA EN EL MUNDO

Es un cultivo que está generando gradualmente mayores divisas al Perú en los últimos años debido al aporte académico de las instituciones que se abocan a investigar propiedades, taxonomía y adaptación del ají. En el mundo, el desarrollo de la gastronomía ha permitido que surjan nuevas formas de comercializar este cultivo, ya sea en conservas o en fruto fresco. Países como Estados Unidos, España y México representan los mayores importadores de ají sembrado en Perú, por otro lado Alemania, Australia, México y Puerto Rico prefieren los productos de conserva, según Gómez¹ (2014).

¹ Gómez R. 2014. Diario El Comercio (entrevista). Presidente del Comité de *Capsicum* de ADEX, Lima.

1.3. ASPECTOS BOTANICOS

1.3.1. MORFOLOGÍA

Son plantas herbáceas o arbustivas de tronco leñoso y ramificación dicotómica. El sistema radical se ramifica y forma un conjunto de raíces laterales. La hoja es lisa y brillante, tiene forma lanceolada, posición alterna, forma de la base asimétrica y forma del ápice puntiagudo. Las flores del género *Capsicum* presentan el cáliz de 5 lobos; la corola tiene forma de copa con 5 ó 7 lobos; los 5 estambres son rectos, con filamentos cortos, el color del polen es amarillo y la posición de las anteras son basifijas; el ovario tiene posición súpero, es esférico o cónico, termina en un estigma simple que sobresale de los estambres que lo rodean, la posición del pistilo situado entre las anteras hace posible que la mayoría de las casos haya autopolinización. Los *Capsicum* son plantas diploides ($2n=12$) (Ortiz, 1983; Nuez et al., 1996; León, 2000).

1.3.2. FLORES

Presenta flores solitarias en cada nudo, con pedicelos erectos o doblados en la antesis, sin constricción anular en la unión con el pedicelo. Corola de color blanco con tonos de verde claro a crema, pétalos ligeramente revolutos, con manchas amarillas difusas en la base, a ambos lados de los nervios centrales de los pétalos. Anteras de color amarillo, azul a púrpura. Cáliz campanulado, con dientes prominentes y alargados por lo general más de 0.5 mm de largo, más notable en el fruto maduro (Nuez et al., 1996; León, 2000; Eshbaugh, 2012).

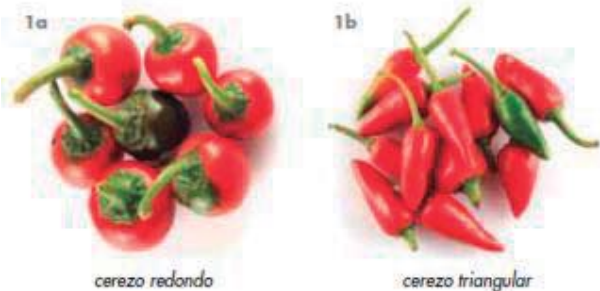



1.3.3. FRUTOS Y SEMILLAS




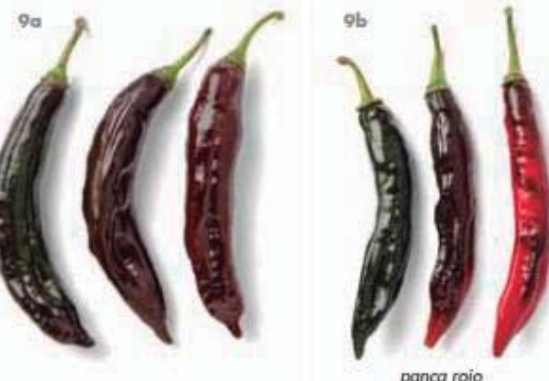
El fruto es una baya, posee un fruto por axila, la posición del fruto en la planta es péndulo y persistente (Ortiz, 1983; Nuez et al., 1996; León, 2000).

Las semillas son de forma aplanada, lisa y redondeada, mide 2.5 a 3.5 mm de diámetro de color amarillo a crema (Valderrama y Ugás, 2009; Eshbaugh, 2012).

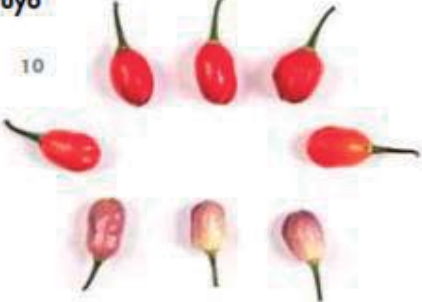

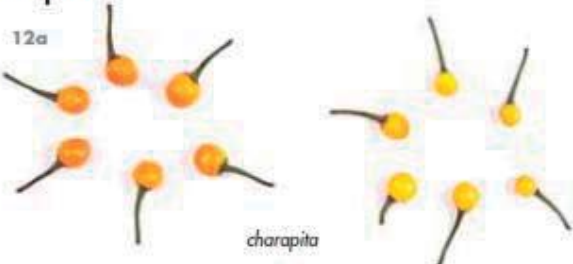

El Programa de Hortalizas-UNALM describe al fruto con forma de globo alargado y cónico; de tamaño variable, su color es verde al principio y luego con la madurez cambia a anaranjado; la base del fruto está formada por el extremo del pedúnculo y los tejidos desarrollados a partir del receptáculo floral, en la parte interna del fruto posee entre dos a cuatro lóbulos y presenta una cavidad entre la placenta y la pared del fruto; el pericarpo está formado de tres capas: epicarpo o capa externa, mesocarpo o zona carnososa intermedia y el endocarpo o capa interna; en el tejido placentario es donde se concentra mayoritariamente la capsaicina, que es producida por las glándulas que se encuentran en el punto de unión de la placenta y la pared de la vaina; el corazón, es una estructura de forma cónica que se encuentra cubierta por el tejido placentario; los septos o costillas son tabiques que dividen la cavidad interna del ají (Valderrama y Ugás, 2009).

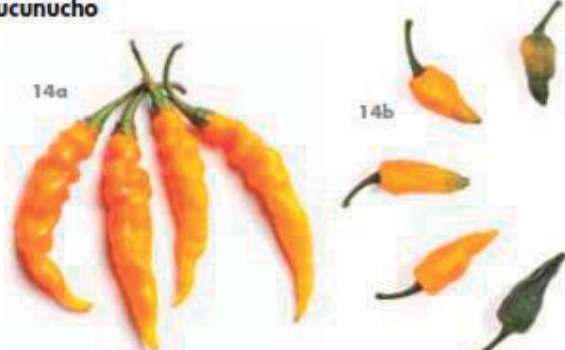

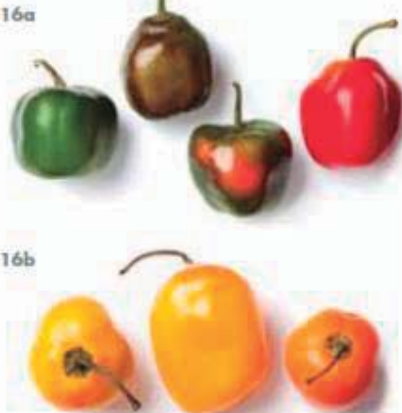
1.4. CLASIFICACION DE AJIES EN EL PERU




AJÍES DE LA COSTA NORTE	
<p>cerezos</p>  <p>1a cerezo redondo 1b cerezo triangular</p>	<p>Nombre común: cerezos Nombre científico: <i>C. annuum</i> Regiones: Lambayeque Diversidad: Baja Observaciones: Rojo intenso. Pueden ser redondos o cónicos (triangulares).</p>
<p>cacho de cabra</p>  <p>2a 2b</p>	<p>Nombres comunes: cacho de cabra, uña de gavlán, cuerno de venado, uña de pava Nombre científico: <i>C. baccatum</i> Regiones: Lambayeque Diversidad: Baja Observaciones: Rojo. Alargado y puntiagudo, es común entre pequeños agricultores de la región. Parece estar presente en otras regiones con otros nombres.</p>
<p>verde</p>  <p>3a 3b 3c 3d</p>	<p>Nombres comunes: verde, largo Nombre científico: <i>C. baccatum</i> Regiones: Tumbes y Piura Diversidad: Baja Observaciones: Verde suave. Largo o muy largo, es el ají más común en los mercados de estas regiones norteñas.</p>
<p>limo</p>  <p>4a 4b miscucho</p>	<p>Nombres comunes: limos (paringo, miscucho, bola, picante, etc.) Nombre científico: <i>C. chinense</i> Regiones: Costa norte Diversidad: Muy alta Observaciones: Blanco, verde, morado, amarillo, anaranjado, rojo. Protagonista principal de la cocina del norte, es el ají más variado del Perú. No existe uno sino muchos limos.</p>

<p>arnaicho</p> <p>6</p> 	<p>Nombre común: arnaicho</p> <p>Nombre científico: <i>C. chinense</i></p> <p>Regiones: Norte chico</p> <p>Diversidad: Media</p> <p>Observaciones: Verde, morado, rojo. Probablemente un tipo de limo, es el ají fresco preferido en las provincias costeras del norte de Lima.</p>
<p align="center">AJIES COSTEÑOS DE PRODUCCION INTENSIVA</p>	
<p>escabeche</p> <p>7</p> 	<p>Nombres comunes: escabeche, amarillo (fresco); mirasol (seco)</p> <p>Nombre científico: <i>C. baccatum</i></p> <p>Regiones: Costa, principalmente de Lambayeque a Tacna</p> <p>Diversidad: Media</p> <p>Observaciones: Anaranjado fuerte. El ají más usado en el Perú, el de mayor extensión sembrada y conexión con la agroindustria. Cuando está seco recibe el nombre de mirasol.</p>
<p>pacae</p> <p>8</p> 	<p>Nombre común: pacae</p> <p>Nombre científico: <i>C. baccatum</i></p> <p>Regiones: Arequipa, Moquegua, Tacna</p> <p>Diversidad: Baja</p> <p>Observaciones: Anaranjado. Un tipo especial de escabeche con frutos muy largos. Sembrado en la costa sur, domina los mercados del sur del Perú.</p>
<p>panca</p> <p>9a</p> <p>9b</p>  <p align="right"><i>panca rojo</i></p>	<p>Nombres comunes: panca, especial, negro, rojo</p> <p>Nombre científico: <i>C. chinense</i></p> <p>Regiones: Costa, principalmente central y sur</p> <p>Diversidad: Baja</p> <p>Observaciones: Color sangre o casi negro, es el principal ají deshidratado del Perú, con un sistema de cultivo similar al del escabeche.</p>

AJIES AMAZONICOS

<p>ayuyo</p> <p>10</p> 	<p>Nombres comunes: ayuyo, ayuclo</p> <p>Nombre científico: <i>C. baccatum</i></p> <p>Regiones: Amazonía, mayormente Ucayali y San Martín</p> <p>Diversidad: Media</p> <p>Observaciones: Blanco, morado, rojo. Redondeados y pequeños, son muy comunes en los huertos familiares de la selva central.</p>
<p>challuaruro</p> <p>11</p> 	<p>Nombres comunes: challuaruro, chaiguaruro</p> <p>Nombre científico: <i>C. baccatum</i></p> <p>Regiones: Amazonía</p> <p>Diversidad: Media</p> <p>Observaciones: Blanco, morado, rojo. Planta coposa con frutos erguidos, alargados y muy vistosos.</p>
<p>charapita</p> <p>12a</p>  <p>12b</p> 	<p>Nombres comunes: charapitas y charapones</p> <p>Nombre científico: <i>C. chinense</i></p> <p>Regiones: Amazonía</p> <p>Diversidad: Alta</p> <p>Observaciones: Amarillos, a veces rojos, muy pequeños, redondos o ligeramente alargados. Es el principal ají amazónico.</p>

<p>dulce</p> <p>13</p> 	<p>Nombre común: dulce</p> <p>Nombre científico: <i>C. chinense</i></p> <p>Regiones: Amazonía, con mayor frecuencia en tierras bajas</p> <p>Diversidad: Alta</p> <p>Observaciones: Rojo, amarillo. Como pimientos pequeños, muy aromáticos. El ají dulce es la excepción a la regla de que todo ají debe picar.</p>
<p>pucunucho</p> <p>14a</p> <p>14b</p> 	<p>Nombre común: pucunucho</p> <p>Nombre científico: <i>C. chinense</i></p> <p>Regiones: Amazonía</p> <p>Diversidad: Baja</p> <p>Observaciones: Rojo, normalmente pequeño, delgado y alargado. Muy común en los países de la Amazonía norte. Típica planta del huerto casero amazónico.</p>
<p>malagueta</p> <p>15</p> 	<p>Nombres comunes: malagueta (a veces pipí de mono)</p> <p>Nombre científico: <i>C. frutescens</i></p> <p>Regiones: Amazonía</p> <p>Diversidad: Baja</p> <p>Observaciones: Rojo, normalmente pequeño, delgado y alargado. Muy común en los países de la Amazonía norte. Típica planta del huerto casero amazónico.</p>
<p>AJIES ANDINOS</p>	
<p>rocoto</p> <p>16a</p> <p>16b</p> 	<p>Nombre común: rocoto</p> <p>Nombre científico: <i>C. pubescens</i></p> <p>Regiones: Andes bajos y de altitud media</p> <p>Diversidad: Media</p> <p>Observaciones: Rojos, amarillos, anaranjados. Grandes y carnosos en los mercados, más pequeños y picantes en valles abrigados y huertas de la sierra sur.</p>

<p>rocoto de huerta</p> <p>17</p> 	<p>Nombre común: rocoto de huerta Nombre científico: <i>C. pubescens</i> Regiones: Quebradas y huertas abrigadas, principalmente en la sierra sur Diversidad: Media Observaciones: Rojos, amarillos, anaranjados, verdes. Pequeños y muy picantes y aromáticos, abundan como plantas perennes en huertas. Un mundo por descubrir.</p>
<p>rocoto de la selva central</p> <p>18</p> 	<p>Nombre común: rocoto de la selva central Nombre científico: <i>C. pubescens</i> Regiones: Selva central de altura Diversidad: Baja Observaciones: El gran ají de los Andes también se ha adaptado a la producción comercial en Oxapampa, de donde viajan a Arequipa para coronarse en un rocoto relleno.</p>
OTROS AJIES	
<p>pipí de mono</p> <p>19</p> 	<p>Nombres comunes: pipí de mono (pincho o pinguita de mono) Nombre científico: <i>C. annuum</i> Regiones: Costa y Amazonía Diversidad: Baja Observaciones: Rojo, muy pequeño. La naturaleza de los “pipí de mono” no es clara ya que este nombre se le da a diversos ajíes. Quizá el más cosmopolita de los ajíes de huerta, siempre buscado por las aves.</p>
<p>Y muchos más: amarillo, blanco, bombuchu, cebichero, chico, chuncho, colorado, común, criollo, de cocina, de comer, de jardín, de la selva, de mesa, de montaña, de suegra, del valle, globito, largo, limón, matiuchu, motelito, ojo de pescado, pillis, regional, rojo, serrano, shiushin, trompito, trueno, warmiuchu, etc.</p>	

Fuente: Valderrama y Ugás, 2009.

1.5. REQUERIMIENTO DE AGUA

El riego es una de las técnicas agronómicas que más se ha desarrollado en los últimos años, ha pasado de una valoración empírica de las necesidades hídricas de la planta a una valoración basada en tensiómetros y tanque evaporímetro, sobretodo porque el ají es considerado un cultivo sensible al estrés hídrico en el periodo de floración (Ugás, 2000); ya sea por exceso o déficit de agua.

Somos (1984) citado por Nuez (1996), sugiere mantener el suelo a una capacidad de campo del 70%, para un rendimiento técnico-económico óptimo. Capacidades de campo del 80% darían mejores rendimientos agronómicos pero serían económicamente prohibitivas. Para alcanzar esas capacidades de campo será necesario tener en cuenta las características físicas del terreno. En un terreno arenoso, con gran facilidad para la percolación y poca capacidad de retención de agua, la capacidad de campo deseada se conseguirá antes y con menos agua que en un terreno arcilloso. La textura del suelo determinará, por lo tanto, el volumen y la cadencia de los riegos.

La comisión de regantes del sector Bujama y García (2004) presentan un cuadro de demanda unitaria y uso consuntivo de agua en el valle de Mala donde el cultivo de ají requiere 9563 m³/Ha/año y 3635 m³/Ha/año respectivamente, considera 62% de pérdida por percolación profunda y escurrimiento superficial bajo el técnica de riego por surcos. Nuez et al (1996) desde su experiencia menciona que el módulo de riego por gravedad para el ají varía desde 8000 a 10000 m³/Ha/año dependiendo del clima, textura del terreno, tipo de cubierta, época de trasplante, etc.

2. ESTRÉS HIDRICO

2.1. GENERALIDADES

El estrés hídrico es una de las principales causas de muerte en plantas, ocurre cuando la transpiración excede el agua absorbida por las raíces (W. Luna-Flores *et al.*, 2012).

Existen diferentes tipos de estrés. A lo largo de su ciclo vital, las plantas están expuestas a factores que pueden dividirse en: factores bióticos (por la acción de organismos vivos) y factores abióticos (sequía, exceso de sales, calor, frío, luz, estrés por anaerobiosis, estrés por contaminantes medioambientales, deficiencia en elementos minerales). Donde el estrés por sequía es el más frecuente por los limitados recursos hídricos alrededor del mundo.

El estrés por sequía es la disminución de la humedad del suelo hasta un nivel tal que la planta ya no puede absorber agua en forma rápida y suficiente para reemplazar el agua que se pierde por transpiración, causando la deshidratación de sus tejidos y por consiguiente daños en las plantas (Guerrero, 1993).

Fageria *et. al* (2006) definen al estrés por sequía como una situación medio ambiental donde disminuye la humedad del suelo en la zona de raíces del cultivo y su impacto está en función de la duración, de la edad del cultivo, del tipo de cultivo o especie, del tipo de suelo y de las prácticas de manejo.

2.2. MEDICION DEL ESTADO HIDRICO DEL SUELO

Para saber el momento adecuado y en la dosis debida del riego, se dispone de dos métodos: contenido de agua en el suelo (método directo o gravimétrico) y potencial hídrico (tensiómetros o bloques de resistencia eléctrica).

2.2.1. METODO DIRECTO O GRAVIMETRICO

Este método permite medir directamente la humedad del suelo. Para ello se toma las muestras de suelo en la zona radical, se pesan, se secan a estufa por un día completo a una temperatura de 105°C y se vuelve a pesar con relación al peso de suelo seco.

Este método directo es el único método usado para la calibración de cualquier equipo utilizado en los métodos indirectos, como es el caso del tensiómetro.

2.2.2. METODO INDIRECTO: TENSIOMETRO

El tensiómetro mide el potencial matricial del agua del suelo, que tiene valores negativos, por lo que conviene expresarlo como tensión del agua, que es la función opuesta del potencial matricial. El rango de utilización es de 0 a 80 centibares, que representa la casi totalidad del intervalo de humedad en suelos arenosos; en suelo arcillosos, una gran parte del contenido de agua disponible para las plantas se encuentra fuera de ese rango, de donde se deduce la mayor utilidad del aparato para suelos arenosos. También resulta útil para cultivos con raíces someras y para los muy sensibles al déficit hídrico (Fuentes, 2003).

3. EFECTOS DEL ESTRÉS HIDRICO EN LA PLANTA

Taiz (2002) citado por Yactayo (2011), menciona que el estrés hídrico está íntimamente asociado con ciertas respuestas de las plantas que ayudan a que éstas se adapten o toleren mejor el déficit hídrico. Entre esas respuestas tenemos la reducción del área foliar, la abscisión foliar, la extensión de raíces, el cierre de estomas, la disminución de la fotosíntesis, el ajuste osmótico, etc. de forma que no hay ningún proceso fisiológico que no esté afectado por el déficit hídrico.

En primer lugar, un grupo de efectos se evidencian inmediatamente, cuando el déficit hídrico todavía no es severo. Estos efectos inmediatos son la pérdida de turgencia celular, reducción de la tasa de expansión celular, disminución de la síntesis de pared celular, reducción de síntesis de proteínas. Conforme el contenido hídrico va disminuyendo se ve el efecto sobre otros mecanismos, por ejemplo, aumento en los niveles de ácido abscísico o el cierre estomacal. Cuando el déficit hídrico es muy pronunciado se produce cavitación de los elementos del xilema, caída de la hoja, acumulación de solutos orgánicos y la marchitez de la planta.

Nuez *et al.* (1996), manifiesta que debido a la gran sensibilidad del género *Capsicum* frente al estrés hídrico se pone en riesgo el rendimiento y calidad de fruto, además se evidencia caídas de flores, frutos y aparición de podredumbres apicales en los frutos. Por ello, es necesario manejar con precaución las dosis de riego sobretodo en terrenos arcillosos o mal drenado, en los que puede mostrar con facilidad síntomas de asfixia radical y caída de flores y frutos.

4. RIEGO PARCIAL

4.1. GENERALIDADES

Esta innovadora técnica de riego se basa en dos fundamentos fisiológicos: 1) Normalmente las plantas con un buen régimen de riego mantienen sus estomas extensamente abiertos, en los que una pequeña reducción de su apertura puede reducir sustancialmente la pérdida de agua con un efecto mínimo en la fotosíntesis (Jones, 1992) y 2) cuando una parte del sistema radicular es expuesto al suelo seco, la planta responde enviando señales desde la raíz hacia las hojas para cerrar los estomas y reducir la pérdida de agua (Davies & Zhang, 1991). Kang & Zhang (2004) analizando si estos mecanismos pueden ser utilizados para incrementar la eficiencia de agua, mencionan que típicamente la tasa de fotosíntesis de las plantas muestra saturación en respuesta a la apertura de los estomas, mientras que la tasa de transpiración muestra una respuesta más lineal. En ese sentido, se puede esperar que reduciendo la elevada apertura de las estomas se podría reducir sustancialmente la pérdida de agua con un pequeño efecto en la tasa de fotosíntesis. Si se logra esto en la práctica, la eficiencia de uso de agua (EUA) calculada en función al carbono ganado por unidad de agua perdida se incrementaría a un mínimo costo de CO₂ tomado.

El objetivo de alternar el riego es promover señales químicas para la producción de ácido abscísico (ABA) que es una hormona reguladora de la conductancia estomática, según Davies et al (2002), dichas señales químicas provienen de las raíces del lado seco, con lo cual se reducen la conductancia estomática, la transpiración y el crecimiento de brotes, mientras se mantiene el suministro de agua al cultivo desde las raíces en la fracción de suelo húmedo, lo cual evita severos daños por déficit hídrico. Sin embargo, Schachtman y Goodger (2008) afirman que la presencia de señales química en la savia del xilema es aceptada, pero que la identidad de dicha señales es aun controversial, en otras palabras, cuando el riego parcial se aplica a un cultivo, posiblemente el sistema radicular en el sector de secado, envía señales hacia otros órganos de la planta para la producción de ABA, pero aún no se sabe con certeza que dichas señales sean proporcionadas desde la raíz. Además mencionan que no se sabe dónde se sintetiza el ABA.

4.2. RIEGO PARCIAL EN CULTIVOS

En la década de los 60s se esclareció que la causa de que algunos cultivos presentaran menores requerimientos hídricos por kilo de cosecha se debía a que especies como azúcar, maíz, sorgo disponían de una vía de fotosíntesis de mayor rendimiento (fotosíntesis C₄), y abrió planteamientos nuevos sobre la capacidad de mejorar la económica hídrica de las plantas aumentando la eficiencia de los procesos fotosintéticos (Medrano *et al.*, 2007).

Desde entonces se viene realizando estudios sobre el efecto de las restricciones hídricas al cultivo. La técnica de riego parcial de raíces (RPR) ha demostrado ser beneficiosa en muchos aspectos agronómicos; cultivos frutales y hortícolas han respondido positivamente en términos de ahorro de agua, incremento de eficiencia de uso de agua con ligeras reducciones o no significativas reducciones en el rendimiento del cultivo.

El riego deficitario (RD) es otra técnica que ha sido estudiada paralelamente al RPR. Aunque algunos autores sostienen que entre ambas técnicas no hay diferencias significativas en cuando rendimiento y ahorro de agua, muchos otros autores mencionan lo contrario. Donde en su mayoría coinciden, es que ambas técnicas demuestran significativo ahorro de agua sin afectar el rendimiento.

Intrigliolo *et al.* (2004) realizó estudios de riego deficitario en arboles de ciruelo japonés, el volumen de agua restringida fue del 44% del total transpirado y se aplicó el tratamiento en etapas específicas del periodo fenológico. Se encontraron diferencias significativas en altura de planta y tamaño de fruto más no en el rendimiento al cabo de 3 años.

Yactayo (2011) en su experiencia con el cultivo de papa, el cual fue sometido a distintas láminas de riego bajo la técnica de riego o secado parcial de raíces (RPR) y riego deficitario (RD), demostró que no hay diferencias significativas en altura de planta al aplicarse el 60% de lámina de agua con respecto al control. Aunque el rendimiento se vio afecto significativamente en todos los tratamientos donde hubo una restricción de agua. Al comparar el rendimiento promedio de las plantas bajo RPR y riego deficitario, se observó que el mayor rendimiento se obtuvo del RPR.

Rojas *et al.* (2007) menciona que es factible implementar la técnica de RPR en campos de papa mediante el riego en surcos alternos pues en su experiencia la técnica de RPR produjo

un rendimiento mayor al del control aunque no hubo diferencias significativas en la eficiencia de uso de agua.

En el cultivo de uva, Manfred *et al.* (2000) evaluó los cambios hormonales de la planta sometida a RPR, los resultados indicaron un 60% de incremento en la concentración de ABA en las hojas a comparación del control. La conductancia estomática se vio afectado por el tratamiento disminuyéndola significativamente. De esa forma explica como la técnica de secado parcial de raíces logra mejorar la eficiencia de uso de agua hasta en un 50% sin reducir la producción de uva para uso vinícola en Australia.

En México la técnica de RPR ha sido beneficiosa tanto para la producción de manzana como la producción de chile seco “mirasol”. Zegbe *et al.* (2006) Condujo una parcela experimental de manzano “Golden Delicious” en un ambiente semiárido donde la demanda de evapotranspiración es mayor que en una zona húmeda, los resultados fueron que no hubo diferencias significativas en rendimiento con respecto al control además que la eficiencia de uso del agua fue significativamente mejorada en 70% con el RPR en relación al riego completo (RP). El RP ahorró 44% de agua.

Serna *et al.* (2011), sometió el cultivo de ají “mirasol” distintos niveles de láminas de agua bajo la técnica de RPR 50% y 70% de donde demostró que el rendimiento medio de los tratamientos fueron similares además que se logró ahorrar hasta en un 32% de volumen de agua con respecto al riego completo o normal.

Además del manzano, Zegbe *et al.* (2004) realizó una investigación sobre la respuesta del tomate para proceso (*Lycopersicon esculentum* Mill.) al riego parcial, en la que obtuvo una mejora del 73% en la eficiencia de uso del agua en respuesta a una reducción del 50% de lámina de riego aplicado con respecto al RC, sin afectar el rendimiento y numero de frutos, para la técnica de RPR.

Barrios *et al.* (2013) en su experiencia con el tomate (*Solanum lycopersicum*) encontró que la técnica de riego surco alternado permite ahorrar hasta en un 25% de agua y lograr un 30% más de eficiencia de uso del agua sin afectar rendimientos comparado con el riego completo.

Javanovic et al., (2010) obtuvo un 42% en ahorro de agua y 61% en la eficiencia de uso de agua al aplicar la técnica riego parcial en el cultivo de papa en comparación al campo bajo riego completo.

Spreer *et al.* (2009), demostró que se puede obtener mayores rendimientos con el riego parcial que con el riego deficitario en el cultivo de mango sembrado en Tailandia. Además el tamaño de fruto se vio favorecido con esta primera técnica.

Sadras (2008) en su análisis sobre la efectividad de la técnica de riego parcial en cuanto mejorar la eficiencia de uso de agua y mejorar el rendimiento en las parcelas, encontró sustancialmente que la mejora en el uso del agua se atribuye a la frecuencia de riego y no a la técnica de riego restrictiva de agua en sí. Finalmente concluye que el riego deficitario puede mejorar la eficiencia de uso del agua teniendo un mejor control de la técnica de ese modo suplir al riego parcial de raíces pues considera que esta última genera costos adicionales y acompleja el manejo del cultivo.

Un campo experimental de ají en condiciones de invernadero instalado en China fue sometida a distintas láminas de riego bajo las técnicas de RPR y RD. De donde Shao Guang-Cheng *et al.* (2008), encontró que el rendimiento de las parcelas bajo RPR fue menor que el control en un 24%; sin embargo, fue mayor que las parcelas bajo RD en un 17% lográndose un ahorro de agua hasta de 34.7%. Aunque el peso por fruto fresco y el rendimiento haya sido menor en los tratamientos con restricciones de agua, la concentración de sólidos solubles totales fue mucho mayor que las parcelas bajo riego completo o control.

Recientemente Sharma *et al.* (2015), realizó un estudio en los años 2013 y 2014 sobre las respuestas fisiológicas del ají cultivado bajo condiciones de invernadero en Nuevo México. Planteó tres tratamientos: control, RPR y RPR usando compartimientos para dividir las raíces. Los tres tratamientos presentaron similar conductancia estomática y tasa neta fotosintética. Los dos tratamientos con restricción hídrica presentaron mayor desarrollo radicular que el control, además se logró un ahorro de hasta 30% de agua sin encontrar diferencias significativas para las variables altura de planta, concentración de capsaicina y rendimiento.

Similares conclusiones obtuvo Kang *et al.* (2000) cuando sometió a estrés hídrico las plantas de ají con la técnica de RPR, se obtuvo un 40% de ahorro en agua comparado con el control sin afectar significativamente el rendimiento del mismo con respecto al control.

5. FISILOGIA DE LA PLANTA EN RESPUESTA AL RIEGO

5.1. EFICIENCIA DE USO DE AGUA

Blum (2009) considera el uso eficiente del agua (UEA) como un determinante importante del rendimiento de un cultivo bajo condiciones de estrés e incluso como un componente de la resistencia a la sequía de un cultivo.

El UEA está definido como la cantidad de materia orgánica producida por unidad e agua utilizada. Valores más altos de UEA indican que se logra producir mayor cantidad de materia orgánica con un menor uso de agua, Fernández (2005). Aunque para Tanner (1981) la eficiencia de uso de agua puede ser expresada como el rendimiento por unidad de agua evapotranspirada o transpirada.

Basado en lo que sostiene Fernández (2005), se recomienda que cuando se analice fisiológicamente el uso de agua que ha realizado una planta o unidad de superficie se suela emplear como numerador dentro de este ratio la biomasa total, mientras que cuando se pretende enfocar el empleo de agua con un componente meramente productivo y económico se recurra sustituir la biomasa por el rendimiento.

Mediante el cociente:

$$UEA = \frac{\text{Rendimiento por unidad de área}}{\text{Agua usada para producir rendimiento}}$$

III. MATERIALES Y METODOS

Este ensayo se enmarca en el proyecto de investigación sobre desarrollo de cadenas de valor para productos de la biodiversidad nativa, sub-proyecto Capsicum, como parte del programa de colaboración universitaria VLIR – UNALM. Este sub-proyecto es coordinado desde el Programa de Hortalizas de la UNALM. Asimismo, el grupo de estudiantes “Colectivo Ayni” trabaja con el sub-proyecto Capsicum para promover la práctica agroecológica entre pequeños productores, y este experimento se deriva de las acciones de voluntariado y prácticas de los miembros del “Colectivo Ayni”.

1. UBICACIÓN

La investigación se realizó en el fundo “Ricardo” ubicado a 86 kilómetros al sur del departamento de Lima, provincia de Cañete, valle de Mala, con latitud $12^{\circ} 40' 54''$ S y longitud $76^{\circ} 37' 23''$ O a 14 msnm. UTM: 323751 E - 8597519 S.



Figura 1. Ubicación

2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

En el fundo del señor Ricardo Huapaya se practica el manejo convencional para la producción de hortalizas como lechuga, huacatay, ají escabeche, tomate, culantro, apio, cebolla, frijol canario y frutales como durazno, mango, chirimoya, uva borgoña, membrillo, manzana, ciruela y albaricoque.

La parcela experimental se instaló en un área donde se había sembrado cebolla en la campaña anterior. Esta parcela se encuentra rodeada por una fila de membrillos, una fila de hierba luisa que actúa como cerco vivo, una fila de manzano y un canal de agua. La siguiente figura se muestra los límites mencionados:



Figura 2. Croquis campo experimental

2.1. CARACTERISTICAS DEL SUELO

Tabla 1. Análisis mecánico del suelo – Fundo Ricardo

Análisis mecánico		
Arena %	Limo %	Arcilla %
83.12	11.8	5.08

FUENTE: Laboratorio de Riegos, UNALM 2013

El ensayo textural por el método de Bouyoucos se realizó en el laboratorio de Riego y Drenaje de la Facultad de Ingeniería agrícola. Los resultados demuestran que el suelo presenta una textura FRANCO ARENOSA.

2.2. CALIDAD DEL AGUA PARA EL RIEGO

Tabla 2. Análisis de sales en el agua – Fundo Ricardo

Análisis de sales disueltas		
ph	CE (dS/m)	SST (gr/m3)
8.1	4,77	305.28

FUENTE: Laboratorio de Riegos, UNALM 2013

El análisis realizado en el laboratorio de Riego y Drenaje de la Facultad de Ingeniería agrícola demuestra que el agua es ligeramente básico y el riesgo por salinidad es clasificado según:

Tabla 3. Clasificación salinidad del agua para riego

Referencia	Clasificación
FAO (Ayers y Westiot . 1976)	C1 – Salinidad sin problemas
Comité de consultores de la Univ. California	C1 – Riesgo salinidad bajo
US Salinity Laboratory (Richards – 1954)	C2 – Salinidad media

FUENTE: Laboratorio de Riegos, UNALM 2013

3. CULTIVO

Se utilizaron semillas de frutos de ají “escabeche” y ají “panca”, de la región Trujillo-La Libertad y que forman parte del Banco de Germoplasma de Capsicum del Programa de Hortalizas.

4. MATERIALES

Materiales para la preparación del almacigo

- Preparación de sustrato:
 - 2 baldes de musgo Sunshine
 - 1 balde de perlita
 - 1 balde de humus
- Solución
 - 100litros de agua
 - Hongos micorríticos 1 gr/lt
 - Extracto de algas marinas - Horticrop (foliar) 200cc/100Lt
- Bandejas

Instrumentos para la preparación del Terreno

- Lampa
- Arado
- Gradass
- Wincha
- Cal
- Carrizos
- Tractor
- Pico

Equipos para evaluación

- Regla
- Vernier

- Balanza de precisión
- Tensiómetros
- Vertederos

Materiales y equipos varios

- Libreta de campo
- Lápiz
- Tubo PVC 4" y 1"
- Bolsas de papel
- Polietileno (plástico)
- Recipientes para secado de muestras
- Mochila fumigadora de 20 litros

Fertilizantes y otros

- Fertilizante basado en N-P-K (20-20-20) y nitrógeno
- Basfoliar: Fertilizante en base a nitrógeno, fósforo, potasio y elementos menores.
- Powerfol Phos: Fertilizante foliar en base a nitrógeno, fosforo, potasio, zinc, hierro, manganeso.
- Multifrut: Nutriente foliar en base a potasio, nitrógeno, fosforo y elementos menores.
- Bladbuff: Es una combinación de acidificantes, agentes humectantes, agentes complejantes de sal y agentes de compatibilidad.
- Trichoderma harzianum: Es un hongo usado como fungicida. Se utiliza en tratamientos de semillas y suelo para el control de diversas enfermedades producidas por hongos.

Insecticidas y herbicidas

- *abamectina* (vertimec y abamex)
- *benomyl* (benlate)
- *bipermetrina* (cipermet)
- *dimetoato* (afidon)
- *metamidophos* (taron)
- *triadimenol* (bayfidan)
- *thiametoxam* (actara)

Materiales para procesamiento de datos

- Ordenador AMD Athlon II Procesador 3.00 Ghz
- Windows 7
- Office 2010
- Cropwat 8.0 y Climwat 2.0
- Software estadístico R

5. TRATAMIENTOS

Los cultivos de ají “panca” y ají “escabeche” fueron sometidos a labores culturales y controles fitosanitarios que el agricultor de la región acostumbra y considera mejor para el cultivo de ají, teniendo en cuenta las sugerencias de agrónomos y agrícolas miembros del “Colectivo Ayni” y en coordinación con el propietario del terreno. La disposición de agua para el riego estuvo bajo el rol que lleva la Junta de regantes de valle de Mala, esta asociación determina cuando será el turno de riego, el volumen de agua para cada usuario o parcelero; inclusive la junta de regantes puede sancionar al asociado cortándole el acceso al agua si este incumple con sus deberes.

Se distribuyeron las subparcelas (unidad experimental), ya sea de ají “panca” o ají “escabeche”, aleatoriamente teniendo en cuenta que en el 50% del área disponible para la investigación fue regada utilizando la técnica del riego parcial de raíces, mientras que la otra mitad fue regada completamente en función al volumen de agua que el agricultor usa, reconstituyendo periódicamente agua al suelo hasta alcanzar la capacidad de campo.

En cada unidad experimental (subparcela) se sembró 40 plantas distribuidas en cuatro filas, de las cuales solo 20 plantas fueron evaluadas por ubicarse en las dos filas centrales de la unidad experimental.

Se tuvo un total de 32 unidades experimentales con 1280 plantas sembradas de las cuales solo 320 fueron evaluadas.

En resumen, se tuvo cuatro tratamientos definidos de la siguiente manera:

- Riego parcial de raíces en ají escabeche
- Riego parcial de raíces en ají panca
- Riego completo de raíces en ají escabeche
- Riego completo de raíces en ají panca

6. DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue el Diseño Factorial $p \times q$ con un arreglo en parcelas divididas. Donde el primer factor fue “variedad de ají” y el segundo fue “riego aplicado”. Se decidió proceder con el diseño experimental mencionado debido a que el arreglo factorial permite la combinación en niveles de varios factores. El arreglo en parcelas divididas fue porque se quiso evitar que el factor riego se distribuya aleatoriamente, de lo contrario habría complicado la labor de regar. Se tuvo 32 unidades experimentales donde distribuyeron 4 tratamientos con 8 repeticiones cada tratamiento, y fue analizado mediante el procedimiento ANVA. La distribución se observa de la siguiente manera:

RP	E	P	E	P
	P	E	P	E
	E	P	E	P
	P	E	P	E
RC	E	P	E	P
	P	E	P	E
	E	P	E	P
	P	E	P	E

Figura 3. Diseño experimental

RC: Riego completo de la raíz
RP: Riego parcial de la raíz

E: Ají escabeche
P: Ají panca

Área total experimental: 1228.8 m²
Área efectiva del experimento: 768 m²
Área de calles: 460.8 m²
Distancia entre plantas: 0.5m

Distancia entre surcos: 1.2m
Área de subparcela: 24 m²
Numero de subparcelas: 32
Líneas de plantas por subparcela: 4

7. EVALUACIONES

Para el siguiente experimento se decidió llevar registro de las características del suelo, características físicas de la planta, calidad del fruto y datos de cantidad de agua utilizada, ver la Tabla 4 y Tabla 5.

Tabla 4. Evaluaciones agronómicas realizadas (La Molina 2013)

EVALUACIÓN	MÉTODO	OBSERVACIÓN	MOMENTOS DE EVALUACIÓN
Condición del suelo			
Caracterización física del suelo	Buoyoucos	Se toma tres muestras de suelo aleatorias en el campo	Inicio de la campaña
Humedad del suelo	Gravimétrico / Lectura de tensiómetro	Evaluación general	Interdiario
Volumen de agua aplicada	Control en los caudales de entrada	Evaluación general	Cada turno de riego
Sanidad			
Plagas y enfermedades	Evaluación general (cualitativa) según criterios hortícolas	Evaluación de 20 plantas al azar en toda la parcela.	Inmediatamente después del trasplante semanalmente

Tabla 5. Parámetros experimentales evaluados (La Molina 2013)

EVALUACIÓN	MÉTODO	OBSERVACIÓN	MOMENTOS DE EVALUACIÓN
Crecimiento y Desarrollo			
Altura de planta	Medición con regla (cm)	10 plantas/unidad experimental. Desde el cuello al brote terminal hasta el ápice.	Semanalmente, desde el trasplante e inmediatamente antes de la 1ra. Cosecha y floración
Cosecha			
Rendimiento de materia fresca			
Cosecha total y parciales	Corte de frutos con tijera o arrancado de las yemas	1-3 cosechas parciales (paños) de acuerdo a decisión agronómica; peso fresco (kg) por parcela en cada cosecha	1ra. Cosecha 2da. Cosecha 3ra. Cosecha
Frutos			
Peso fresco de fruto Largo de fruto Diámetro de fruto Espesor de pulpa	Medición con vernier o cinta métrica	10 frutos/parcela al azar de surcos centrales	1ra. Cosecha 2da. Cosecha 3ra. Cosecha
Rendimiento de materia seca			
Porcentaje de materia seca de toda la planta	Extracción de plantas en campo; separación y pesado de hojas, tallos y raíces; estufa 70°C por 4 días; regla de tres (peso seco/peso seco de la planta)	10 plantas competas/parcela al azar de surcos centrales	Inmediatamente después de la última cosecha de la última campaña

7.1. VOLUMEN DE AGUA UTILIZADA

La dosis de agua y frecuencia de riego fue administrada por un agricultor de la zona de tal forma que se consideró las limitaciones hídricas en distribución y disponibilidad del agua en el valle, además que los datos observados resulten más cercanos a la realidad y sobretodo la técnica sea sencillamente aplicativo para los agricultores en general.

Se colocó un vertedero rectangular sin contracciones prefabricado en el cauce del canal natural el cual abastece de agua para riego a las parcelas en tratamiento, las medidas de carga hidráulica y tiempo se realizaron cada turno de riego.

Con la finalidad de uniformizar el caudal de agua ingresada a cada surco se colocó una estructura como se observa en la Figura 4 con una pendiente igual a cero que abastece de agua para las parcelas bajo la técnica de riego parcial de raíces y otra estructura igual para las parcelas bajo riego completo.



Figura 4. Estructura de riego

7.2. TENSIOMETROS

Se contó con cuatro tensiómetros que iban a tener la función de indicar el momento oportuno para regar la parcela según el estado hídrico del suelo. Sin embargo, ya que el agricultor sería quien determine la dosis y frecuencia de riego, se consideró que la instalación y seguimiento de lecturas de los tensiómetros iba a ser complementarias.

8. METODOS Y PROCEDIMIENTO

8.1. MANEJO DEL CULTIVO

El experimento tuvo lugar en dos campañas durante dos años. La primera campaña se instaló desde marzo hasta septiembre del 2013. La segunda campaña se inició en enero hasta junio del 2014 cuyas plantas fueron producto del rebrote luego de realizar una poda o soca a la campaña del 2013. Es por eso que se hace una distinción en las campañas, llamándose “Campaña I” a la del 2013 y “Campaña II” a la del 2014.

a) Siembra en almácigo

- La semilla para la siembra de ají “escabeche” fue colectada en Trujillo – La Libertad, y este ají es vendido hasta en 3 calidades, tomando en cuenta sobretodo el tamaño del fruto y diámetro del mismo. Los ajíes escabeche de mayor preferencia por el mercado popular es el proveniente de Barranca debido al bajo contenido de agua que presenta el fruto, lo que significa mayor cantidad de pulpa aprovechable; asimismo, tiene un mayor tiempo de almacenaje antes que comience la pudrición del fruto.

- Entre semillas de ají “panca” y ají “escabeche” se sembraron 7 bandejas, 192 celdas por bandeja, 1 semilla por celda el día 6 de enero del 2013. La frecuencia de riego fue diaria dentro de la casa malla en el programa de Hortalizas de la UNALM.

- La composición del sustrato fue de: 2 musgo: 1 perlita: 1 humus

b) Preparación del terreno

- Comenzó con un riego de machaco con el que se pretende ahogar las pupas que enterraron algunos insectos en la última campaña, de esta manera evitar pérdidas de plántulas luego del trasplante a causa de plagas como el gusano de tierra. También evitar que germinen semillas de malezas y proteger la estructura del suelo.

- Labranza mecánica: arado, surcado, gradeo y se ubicaron las tomas para que ingrese el agua a las parcelas. Dada las condiciones del terreno se niveló de la forma que muestra en la Figura 5. Sentido de la pendiente.

- Se definió una distancia entre surcos de 1.2 m y entre plantas 0.5m.

- El objetivo de la preparación del terreno es que el campo quede mullido, con una buena aeración que permita un óptimo desarrollo radicular.

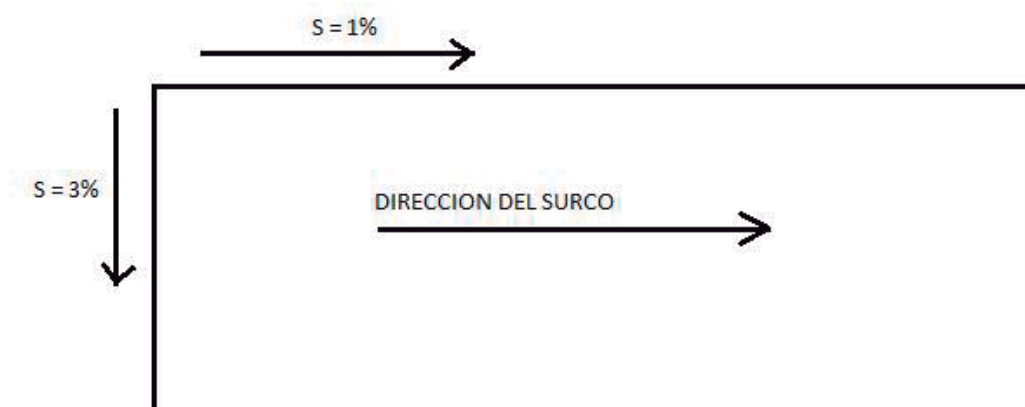


Figura 5. Sentido de la pendiente

c) Trasplante

- Se hizo el 9 de marzo del 2013, 60 días después de la siembra en almácigo.
- La distancia fue de 0.5 m entre plantas en la costilla del lomo, de manera tal que el agua no alcance directamente el cuello de plántula, si no que ésta tomara la humedad del suelo por capilaridad (Se usaron perforadores de madera que dejaban el lugar listo para la colocación del esqueje).
- El recalce fue a los 10 - 15 días después del trasplante para reemplazar las plántulas atacadas por gusanos de tierra y hongos que produjeron asfixia.
- La densidad final de siembra fue de 16,667 plantas por hectárea para cada tratamiento.

d) Abonamiento

- Se hicieron tres incorporaciones de materia orgánica (estiércol de vacuno) a 30 días después del trasplante, 60 DDT y 75 DDT, en el 2013. En la “campana II”, se incorporó materia orgánica a los 10 días del primer riego (DDPR) del 2014. La dosis aplicada para ambas campañas fue de 0.8kg por metro lineal del surco. La Tabla 6 muestra las dosis por hectárea.

- Se aportó por “golpes” el fertilizante sintético MISTI basado en N-P-K en la proporción 20 – 20 – 20 conjuntamente a la materia orgánica a partir del segundo abonamiento. La dosis se observa en la Tabla 6.

- De igual forma se aplicó urea sintética 5 días después de la primera cosecha con el mismo método por “golpes”, aproximadamente 30 gr por golpe. La dosis neta aplicada de nitrógeno se detalla en el cuadro.

- Se realizó fertilizaciones foliares (constituidos por macro y micro nutrientes) para mejorar la calidad del fruto en términos morfológicos, en las etapas de floración y cosecha, principalmente.

Tabla 6. Dosis de nutrientes

	Dosis - Tn/Ha	Dosis - Kg/Ha			Dosis – Kg/Ha
	Materia orgánica (Estiércol de vacuno)	Fertilizante sintético (20 – 20 – 20)			Urea - N al 46%
		<i>N</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>N</i>
Campaña I – 2013	7.5	250	108.3	208.3	383.3
Campaña II - 2014	3.8	83.3	63.3	69.1	191.6
Total en dos campañas	11.25	333.3	171.6	276.6	575

e) Riego

- Se realizó un riego de enseño a los 3 días antes del trasplante a toda el área experimental. El objetivo fue ablandar el suelo para facilitar la labor de trasplante.

- Luego fueron ligeros cada 5 - 8 días al inicio del cultivo, volviéndose más distanciados cuando las temperaturas eran menores. La frecuencia de riego siempre estuvo ligada al turno de riego que emite semanalmente el comité de regantes del canal Bujama, para todos los socios. (Ver Anexo 2)

- El cultivo de ají es sumamente sensible al exceso de humedad por lo que se debe evitar riegos muy prolongados. El exceso de humedad puede causar pérdidas por caída de flores provocando una significativa disminución en el rendimiento. Es por ello que se acostumbra realizar el cambio de surco y la labor de “aporque” para acercar y alejar la línea de riego del cuello de planta.

- Para la medición o aforo del volumen de agua que ingresa a la parcela se construyeron e instalaron dos vertederos a la entrada de la parcela. La parcela fue dividida en dos espacios: una para bajo el riego parcial de raíces y otra bajo un riego normal y completo; en la entrada de esas dos mitades fue donde se colocaron los aforadores.
- Otra forma de aforar fue medir directamente el caudal de ingreso en cada surco con la ayuda de un recipiente y un cronómetro. Esta metodología es mucho más precisa aunque demande más esfuerzo y tiempo.



Figura 6. Aforo de surco.

f) Control de malezas

- Con el riego de machaco y la preparación del terreno se inició el desmalezado dejando expuestas al sol semillas no deseadas, que habrían quedado de la campaña anterior, de esa forma evitar que germinen cuando se inicie la campaña de ajíes.
- Posterior al trasplante se desmalezó a mano y con lampa, para evitar la existencia de competencia entre la maleza y el ají.
- A los 60 días después del trasplante (ddt) después de segundo cambio de surco se aplicó glifosato, que es el componente activo de un herbicida no selectivo, de esa manera controlar las malezas que generaban competencia con el cultivo en estudio.

g) Control de plagas

- Control que tuvo base en evaluaciones semanales o quincenales de las plagas más importantes del cultivo, aplicación de insecticidas en la Tabla 7.

Tabla 7. Plagas más importantes del cultivo

PLAGA	INSUMO APLICADO	INGREDIENTE ACTIVO/ MICROORGANISMOS
<i>Agrotis</i> spp y <i>Feltia</i> spp (gusano de tierra)	Cebo toxico	<i>bacillus turingensis</i>
<i>Bemisia tabaci</i> (mosca blanca)	Actará, abamex, vertimec	<i>thiametoxam</i> , <i>abamectina</i>
Acaro hialino	Actará	<i>tiametoxam</i>
<i>Phythostora capsici</i>	Trico D	<i>trichoderma harzianum</i>
Pulgones	Afidon	<i>dimetoato</i>
Botritis	Benlate	<i>benomyl</i>
Pulgones	Cipermex, Tamaron	<i>cipermetrina</i> , <i>metamidophos</i>

- Se colocaron trampas pegantes para el control de poblaciones de insectos como de moscas blancas, pulgones, cigarritas y trips.

- Se colocaron trampas de melaza: básicamente para el control y monitoreo de adultos de lepidópteros (*Agrotis* spp, *Feltia* spp, *Spodoptera* spp, entre otras.) e insectos perjudiciales de la familia Scarabidae, como *Anomala undulata*. Se prepararon a razón de una parte de melaza por tres partes de agua.

- Sobre los corredores biológicos: Se sembraron cuatro líneas de frijol para usarse como plantas trampa y concentrar en ellas las poblaciones de plagas como moscas blancas y cigarritas. Así podía dirigirse las aplicaciones y evaluaciones en ellas y evitar un mayor daño al cultivo.

- La plaga más acentuada durante el experimento fue el ácaro hialino, que atacó antes y durante la floración. Se controló en varias oportunidades con la aplicación intercalada de aceite agrícola y *tiametoxam*.

- Se encontraron daños menos importantes de pulgones, *Bemisia tabaci*, *Thrips tabaci* y *Symmetrichema capsicum*. Aplicaciones periódicas de *thiametoxan*, *abamectina* y *dimetoato* mantuvieron controlada la parcela evitando cuantiosos daños en la calidad del fruto y rendimiento.

h) Manejo de enfermedades

- Se planificaron evaluaciones, aplicaciones preventivas y de control.
- Comenzó en la etapa de almácigo con aplicaciones de *Trichoderma harzianum* (al 1%) para el control de ahogamientos por *Pythium sp.*
- Se siguió aplicando este hongo antagonista con las plantas en campo definitivo para *Phytophthora capsici*.

i) Cosecha

- En la “campana I” la cosecha se realizó manualmente e inició a los 150 días después del trasplante. Se realizaron otras dos “pañas” a los 174 DDT y 200 DDT, en ese orden. Extendiéndose así, cerca de dos meses.
- Se cosecharon los ajíes cuya coloración alcanzó el 50% o más del fruto.
- Para analizar los rendimientos y demás evaluaciones se escogió una muestra representativa de cada subparcela.
- En la “campana II” la cosecha inició a los 109 días después del primer riego de esa campana. Luego continuó una segunda “paña” a los 148 DDPR.

j) Poda

- El ciclo de agoste tuvo un periodo de 70 días, inició el 27 de octubre del 2013 y culminó el 16 de enero del 2014. El agoste es una época en donde la planta no recibe ningún riego, estimulando a que reserve todos sus nutrientes hasta el próximo riego. La poda se realizó el 28 de noviembre del 2013, es decir 32 días después del inicio de agoste.
- Se realizó manualmente con unas tijeras de podar, la altura promedio de la planta quedó entre 30-40cm. Las partes expuestas de la planta fueron “curadas” con una mezcla de azufre y jabón para evitar que la planta sea afectada por bacterias y hongos. Es importante mencionar que al finalizar la poda de cada planta se desinfectó las tijeras, evitando así el contagio de enfermedades de una planta a otra.

- Azufre mojable: llamada así a la mezcla de azufre y jabón (actúa como adherente), se dio en la proporción de 40grs y 20 grs, respectivamente. Esta mezcla es usada también como controlador de ácaros y algunos hongos.

- El tiempo del “agoste” en ají, va a depender mucho de la observación del agricultor o el técnico basado en su experiencia previa, el clima en el valle, la temporada propicia para la floración dependiendo de las estaciones; incluso, los métodos basados en la agricultura biodinámica; la posición de la luna sugiere momentos adecuados para época de “poda” y el culmino del agoste.



Figura 7. Poda del ají

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

1. PERIODO FENOLOGICO

La campaña del 2013 tuvo un trasplante que coincidió con la insolación del verano de ese año en el mes de marzo ($T^{\circ}_{media}= 24.4^{\circ}C$) y el periodo de floración coincidió con la estación de invierno en los meses de junio y julio ($T^{\circ}_{media}= 18$ y $17.3^{\circ}C$), de modo que las etapas del periodo vegetativo no coincidieron con las temperaturas recomendadas por Nicho (2004) quien menciona que la época de siembra debe estar programada para que la fase de floración y fructificación coincida en los meses de verano con temperaturas de $18^{\circ}C$ a $25^{\circ}C$, temperaturas superiores a $28^{\circ}C$ provocan problemas de cuajado y desarrollo de fruto. Mientras que la coincidencia de bajas temperaturas durante el desarrollo del botón floral ($10-15^{\circ}C$) da lugar a flores con anomalías y frutos de menor tamaño que pueden presentar deformaciones (Lara, 2006).

En la campaña del 2013 el periodo vegetativo en todos los tratamientos se extendió hasta los 197 días; sin contar la etapa en almacigo (ver Figura 11); mientras que en la campaña del 2014 (ver Figura 12) se extendió hasta 149 días después del primer riego (ddpr) donde todos los tratamientos presentaron un periodo fenológico más corto debido a que fue producto de la poda o soca realizada el año anterior además porque las fases floración y fructificación coincidieron en los meses de Marzo ($24.4^{\circ}C$) y Abril ($22.5^{\circ}C$), temperaturas recomendadas por Nicho (2004).

Tabla 8. TEMPERATURA MEDIA MENSUAL Estación: Cañete² - 158 msnm

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	MEDIA
Max	27.3	28.75	28.4	27.55	26	23.15	21.35	20.95	21	21.2	21.95	24.7	23.39
Min	21.85	21.5	22.8	21.05	17.95	15.6	15.6	15.75	16.11	16.7	17.65	20.22	19.18
Media	23.51	24.45	24.38	22.49	20.21	18.05	17.35	16.97	17.39	18.47	19.49	21.59	20.41

Fuente: SENAHMI, 1965-2004

² Estación más cercana al fundo con información de temperatura y humedad relativa más completa

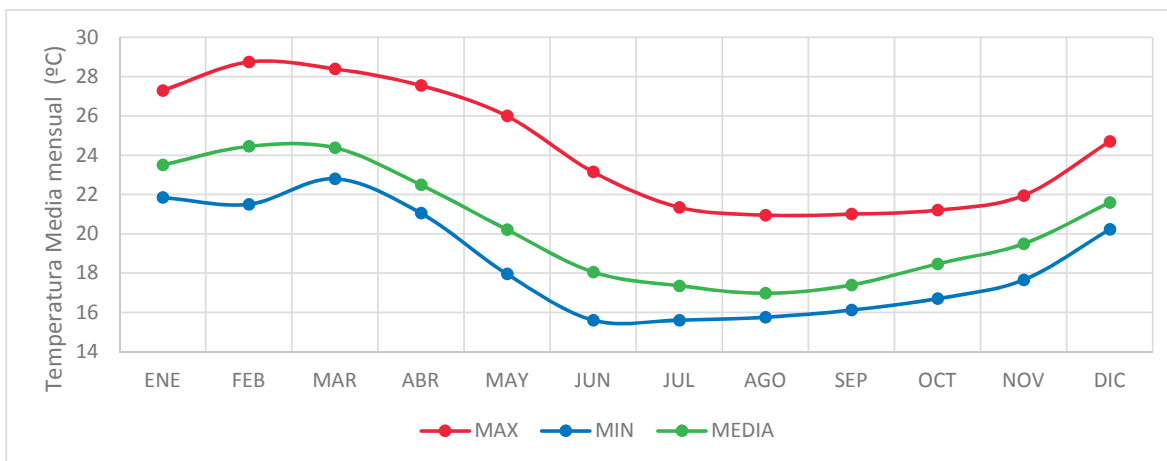


Figura 8. Temperatura media mensual - Estación Cañete

Respecto a la humedad relativa ha variado 78% hasta 90%. Ugás (2000) menciona que una baja humedad relativa favorece el cultivo.

Tabla 9. HUMEDAD RELATIVA: Estación Cañete - 158 msnm

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Max	86.1	85	85.6	88	89	92	90.9	90.5	90.6	89.2	88.5	87
Min	77.8	77.3	79	79.3	80.4	80.1	80.1	82.9	83.8	80.9	79	83.6
Media	82.8	82.1	82.9	84.1	85.9	87.3	87.3	87.5	87.2	84.7	83.7	85.2

Fuente SENAEMI, 1965-2004

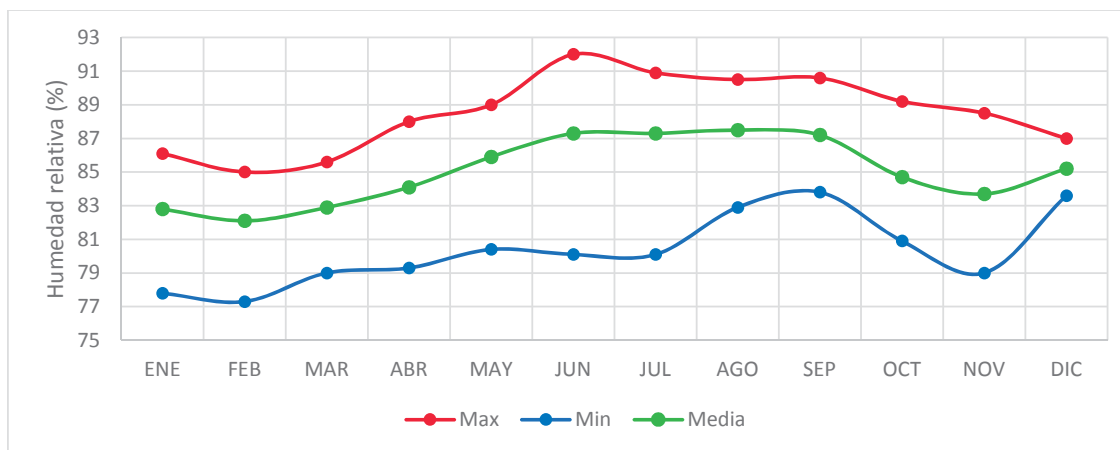


Figura 9. Humedad relativa media - Estación Cañete

Respecto a la precipitación, en la Figura 10 se observa mayor incidencia en los meses de Enero a Marzo mientras que de Abril a Septiembre es nula o casi nula.

Tabla 10. PRECIPITACION: Estación La Capilla³- 442 msnm

ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
1.0	1.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.2	0.1	0.1

Fuente SENAEMI, 1965-2009

³ Estación más cercana al fundo con información de precipitación más completa y consistente

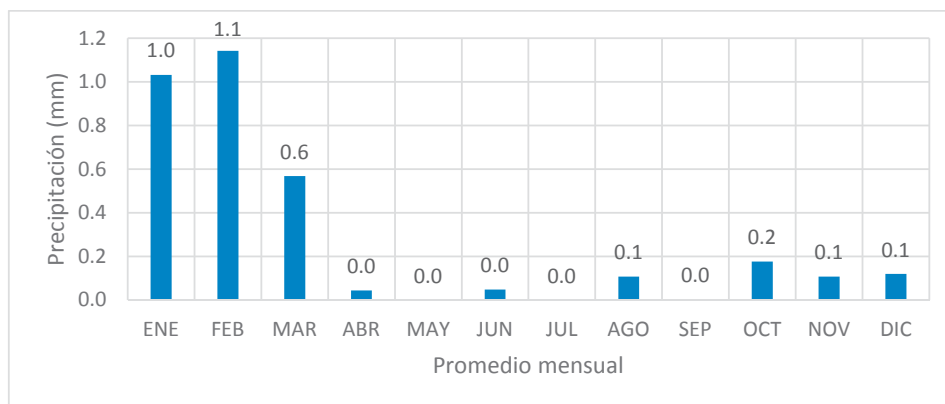


Figura 10. Precipitación – Estación La Capilla

El ciclo vegetativo del ají escabeche y ají panca es esquematizado, con ayuda del software Cropwat 8.0, en la Figura 11 y Figura 12. Los valores de K_c para los diferentes etapas son las utilizadas por Rázuri *et al* (2009) para el cultivo *Capsicum chinense* Jacq.

En la campaña I se tiene un total de 259 días del ciclo vegetativo, de los cuales los primeros 62 días fueron cuidados en almacigueros dentro de un invernadero luego fueron trasplantados en campo con ayuda de algunos agricultores de la zona y miembros del Colectivo Ayni (ver Figura 13), el lapso de tiempo en campo fue de 197 días.

Se observa que para la campaña II el Kc inicial comienza en 1.01, esto se debe a que en esta campaña las plantas tenían tallos y raíces más desarrolladas producto de la poda, por ende, el requerimiento hídrico es mucho mayor que el periodo vegetativo inicial.

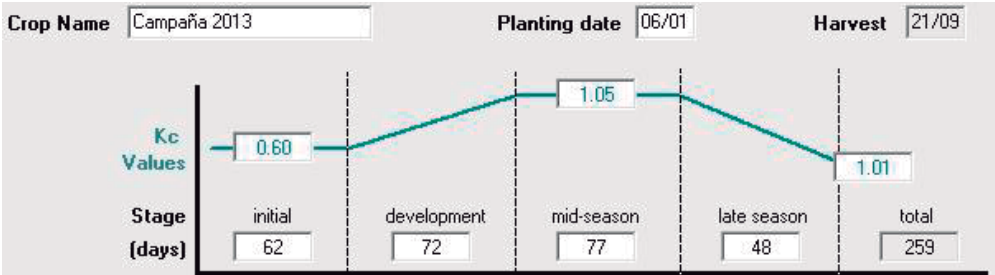


Figura 11. Ciclo vegetativo para la Campaña I – 2013

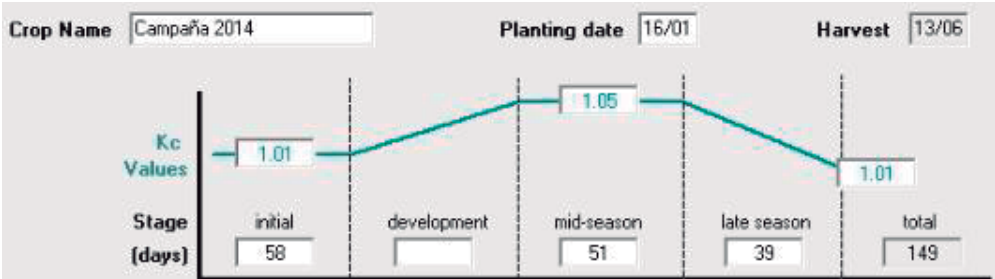


Figura 12. Ciclo vegetativo para la Campaña II – 2014



Figura 13. Labor de trasplante

2. ALTURA DE LA PLANTA

En los tratamientos de riego completo (RC) y riego parcial (RPR) en las parcelas de ají escabeche no hay diferencias estadísticas significativas para la altura de planta en las fechas de evaluación (149 ddt y 238 ddt), ver Tabla 11 y Figura 14. Sin embargo, se observa una tendencia de incremento en el tratamiento de RPR_{escabeche} que puede deberse a una respuesta fisiológica debido a una adecuada fecha de inicio de la restricción hídrica en la variedad *L.var Baccatum*, escabeche.

En los tratamientos de RC y RPR en las parcelas de ají panca se presentaron diferencias estadísticas altamente significativas para la variable altura de planta en las fechas de evaluación (149 ddt y 238 ddt), ver Tabla 11 y Figura 14. La reducción en la altura fue hasta de 20% para la última fecha evaluada en las parcelas de RPR_{panca}. El limitado crecimiento de las plantas en el tratamiento de RPR_{panca} se evidenció en la mayor parte del periodo fenológico (ver Figura 16), la principal causa puede ser la fecha de inicio de la técnica riego parcial de raíces, la cual no fue la adecuada para la variedad *Chinense*, ají panca. Sin embargo, pueden haber otros factores que sumado al estrés hídrico hayan afectado el crecimiento de la planta como la edad de trasplante o estrés por incidencia de plagas.

Sharma *et al.* (2015) en las dos campañas de ají dulce (*Capsicum annuum* L.), sembradas bajo condiciones de invernadero, demostró que la altura de planta entre tratamientos de RC y RPR no resultó significativa durante todo el periodo fenológico que duró 150 días. Similares resultados se encontraron en el presente ensayo para el caso del ají escabeche (*Capsicum baccatum* L.var *pendulum*).

Tabla 11. Altura de planta a los 149ddt y 238ddt – campaña I

NIVELES	Altura de planta a los 149 ddt (cm)		Altura de planta a los 238 ddt (cm)	
RCescabeche	90.4	a	90.0	a
RPRescabeche	94.1	a	93.0	a
Sig.	ns		ns	
RCpanca	71.7	a	70.1	a
RPRpanca	58.1	b	55.8	b
Sig.	**		**	
CV %	2.68%		7.02%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

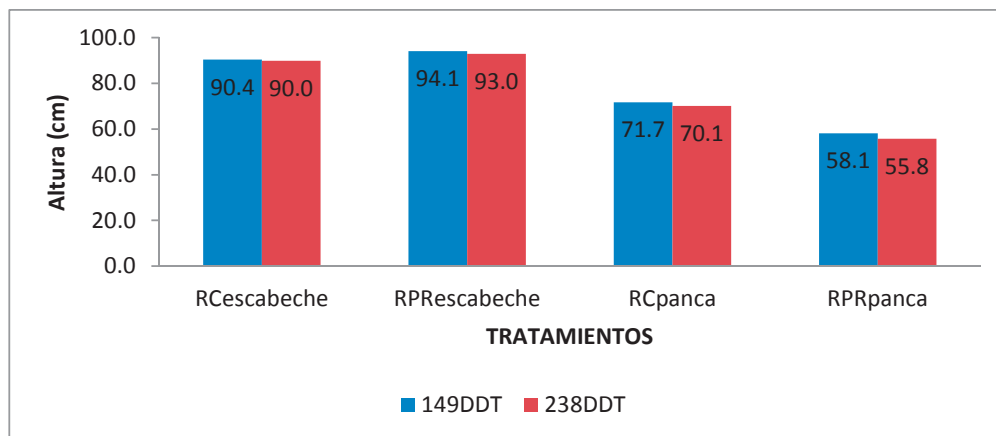
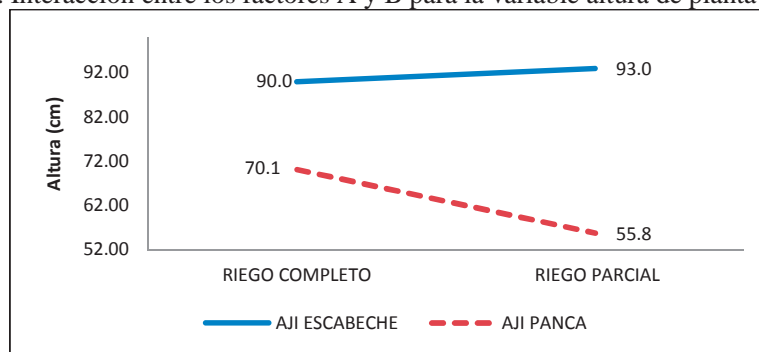


Figura 14. Altura de planta - campaña I

El diseño estadístico adoptado permite realizar un análisis de interacción entre los factores “tipo de riego” (factor A) y “variedad del cultivo” (factor B), el cual ha resultado significativo para la variable altura, al final de la campaña I. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre la altura de planta, se manifestó en diferente tendencia entre el ají escabeche y el ají panca (ver Figura 15), es decir, el RP presentó cambios significativos de altura de planta en las parcelas de ají panca, mientras que en las parcelas de ají escabeche no fue así. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para la variable altura de planta, es dependiente del factor B.

Figura 15. Interacción entre los factores A y B para la variable altura de planta - campaña I



Se aprecia en la Figura 16 el desarrollo uniforme de todos los tratamientos durante todo el desarrollo vegetativo. A partir de los 50 ddt la altura de las parcelas de ají escabeche bajo riego completo (RC) mantuvieron la tendencia de ser superior a las parcelas de ají escabeche bajo RPR hasta los 130 ddt donde la altura media de las parcelas de ají escabeche bajo RC es superada por la altura media de las parcelas de ají escabeche bajo RPR pero sin diferencias estadísticas.

Por otro lado, la altura media de las parcelas de ají panca bajo RC fue significativamente mayor a las de RPR. Todos los tratamientos incrementaron rápidamente su altura hasta los 150 ddt, a partir de allí comenzaron a descender. Cuando la planta de ají se aglutina de frutos, sus ramas tienden a arquearse por el peso de las mismas, es por ello que la altura de planta disminuye ligeramente en la etapa de fructificación.

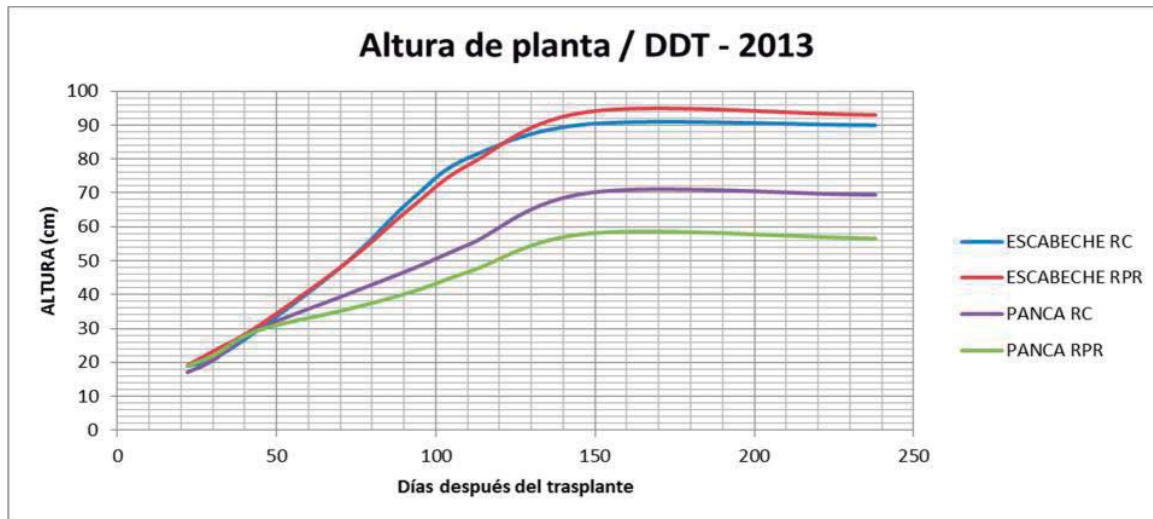


Figura 16. Altura de planta de los tratamientos -campaña I

En la campaña II, producto del rebrote de la soca en la campaña anterior, la altura de planta promedio a los 66 días después del primero riego (ddpr), se evidenció una diferencia altamente significativa en los tratamientos de RC y RPR para el ají escabeche. Esta reducción del 12%, en el tratamiento RPR_{escabeche} con respecto al RC_{escabeche}, podría deberse a características de la variedad de ají en respuesta a la limitación de riego, sin embargo, no resulta de suma importancia ya que al final de esta campaña (142ddpr) las alturas entre los tratamientos mencionados fueron estadísticamente similares, para la prueba Tukey realizada (ver Tabla 12). A los 142ddpr, no se presentó diferencias significativas entre las parcelas bajo RC y RPR tanto para las parcelas de ají escabeche y ají panca.

Aunque no es posible hacer una comparación estadística entre las dos campañas de ají realizadas, se puede notar en la Tabla 11 (Campaña I) que la altura de planta en el tratamiento RPR_{panca} se reduce al final de la campaña, mientras que en la Tabla 12 (Campaña II) se observa que al final de la campaña la altura de planta en el tratamiento RPR_{panca} no se ve afectado por la restricción hídrica. Esto se debe principalmente a que en la campaña II las plantas desarrollaron raíces más profundas, formaron tallos con mayor grosor y mayor contenido de lignina lo que hace a la planta menos susceptible al estrés hídrico, de modo que la altura de planta no se ve afectada.

Tabla 12. Altura de planta a los 66ddpr y 142 ddpr – campaña II

NIVELES	Altura de planta a los 66 DDPR (cm)		Altura de planta a los 142 DDPR (cm)	
RCescabeche	83.8	a	87.4	a
RPRescabeche	73.9	b	81.9	a
Sig.	**		ns	
RCpanca	60.9	a	64.8	a
RPRpanca	61.3	a	66.6	a
Sig.	ns		ns	
CV %	4.75%		6.53%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

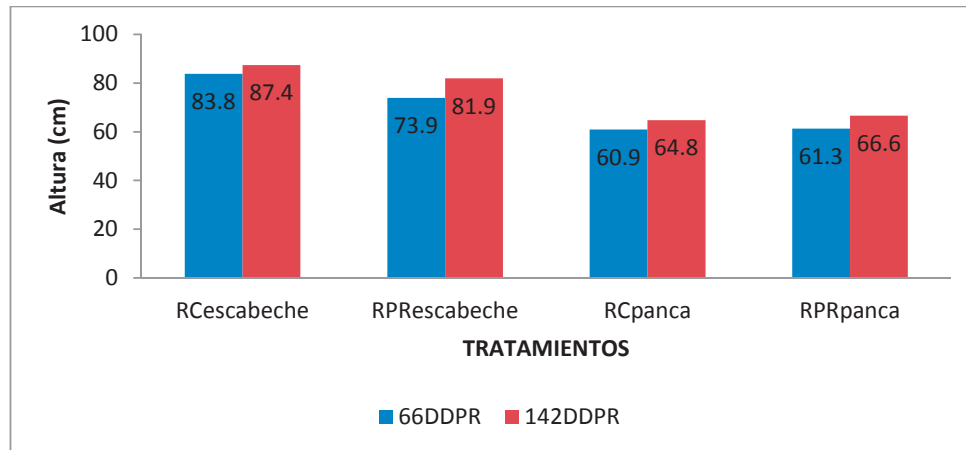


Figura 17. Altura de planta - campaña II

Se observa en la Figura 18 que las parcelas de ají escabeche y ají panca iniciaron la campaña II con 39cm y 34 cm de altura promedio, respectivamente, y se mantuvo la tendencia uniforme de incrementar la altura rápidamente hasta los 70 ddpr que coincidió con el periodo de floración. Durante la etapa de floración y posterior a ella, la planta limita su crecimiento casi en su totalidad, incluso algunas plantas tienden a reducir su altura debido a las ramas que se inclinan por el peso de los frutos.

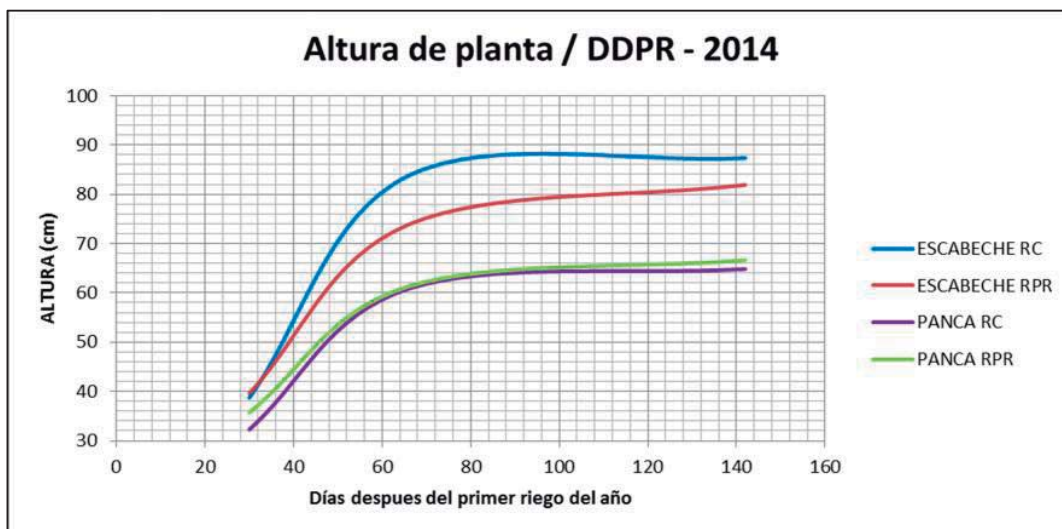


Figura 18. Altura de planta de los tratamientos - campaña II

El diseño estadístico adoptado permite realizar un análisis de interacción entre los factores “tipo de riego” (factor A) y “variedad del cultivo” (factor B), el cual ha resultado no significativo al final de la campaña II. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre la altura de planta, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 19), es decir, el RP no presentó cambios significativos de altura en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

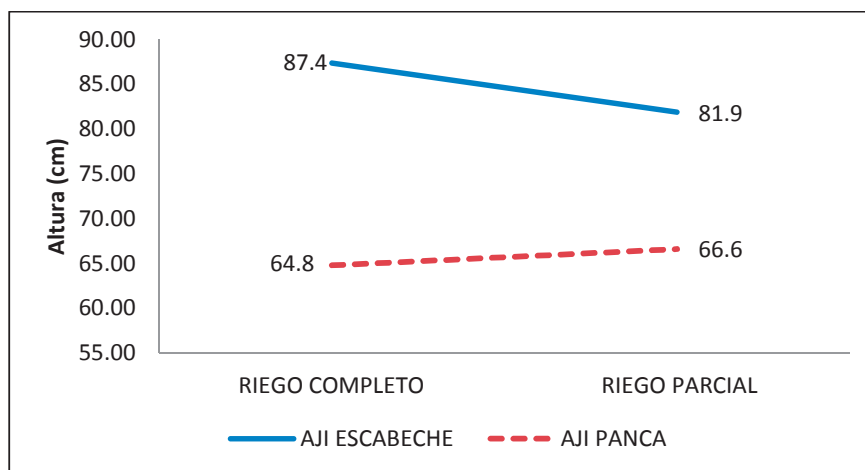


Figura 19. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Altura de planta - campaña II

3. PRODUCTIVIDAD EN EL CULTIVO

3.1. RENDIMIENTO DEL CULTIVO

El rendimiento total de la campaña I, determinado a partir del peso fresco de frutos, tuvo una diferencia no significativa en los tratamientos de RPR con respecto al RC (ver Tabla 13) al igual que en la primera, segunda y tercera cosecha (las cosechas parciales son también llamadas: paña), según la comparación estadística mediante Tukey.

El resultado en el rendimiento total coincide con lo encontrado por Kang *et al.* (2000), quienes obtuvieron similar rendimiento entre el tratamiento con RPR y el control. Sharma *et al.* (2015) obtuvo conclusiones similares, no encontró diferencias significativas en rendimiento para el tratamiento con RPR bajo condiciones de invernadero.

En teoría, el RPR mantiene los procesos fisiológicos de la planta de manera similar a las que han sido adecuadamente regadas, por lo que el rendimiento no debería disminuir (Davies *et al.*, 2002) gracias a la síntesis de la fitohormona ABA, que regula la conductancia estomática, cuando la planta se encuentra en situaciones de estrés hídrico.

Tabla 13. Rendimiento parcial y total - campaña I

NIVELES	1° PAÑA (149 DDT)		2° PAÑA (174 DDT)		3° PAÑA (197 DDT)		TOTAL 2013 (Tn/Ha)	
RCescabeche	1.92	a	3.3	a	10	a	15.2	a
RPRescabeche	3.08	a	3.46	a	9.72	a	16.3	a
Sig.	ns		ns		ns		ns	
RCpanca	1.58	a	1.54	a	3.34	a	6.5	a
RPRpanca	1.6	a	1.53	a	2.54	a	5.9	a
Sig.	ns		ns		ns		ns	
CV %	30.57%		27.40%		15.90%		11.90%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

La interacción entre los factores “tipo de riego” (factor A) y “variedad del cultivo” (factor B), resultó no significativo al final de la campaña I. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre el Rendimiento, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 20), es decir, el RP no presentó cambios significativos de rendimiento en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

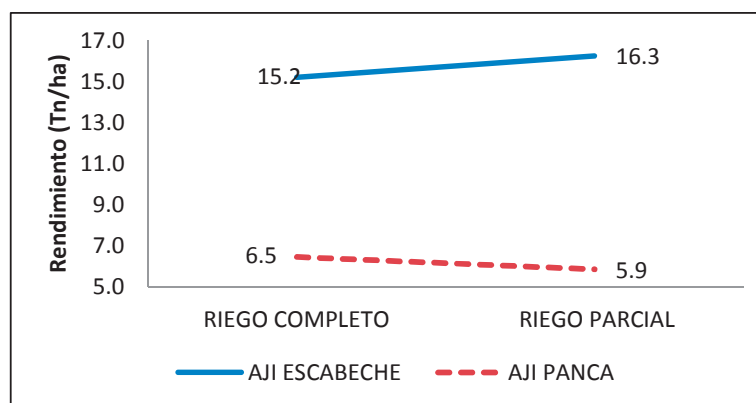


Figura 20. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Rendimiento - campaña I

En la campaña II, la cosecha total, no presentó diferencias significativas en los tratamientos de RPR con respecto al RC. En el caso de cosechas parciales; la segunda paña con tratamientos de RPR tuvieron un rendimiento significativamente mayor en 22% y 21% de ají escabeche y ají panca, respectivamente (ver Tabla 14).

Tabla 14. Rendimiento parcial y total - campaña II

NIVELES	1° PAÑA 149 DDT		2° PAÑA 174 DDT		TOTAL 2014 (Tn/ha)	
RCescabeche	12.38	a	2.9	b	15.3	a
RPRescabeche	11.16	a	3.73	a	14.9	a
Sig.	ns		*		ns	
RCpanca	7.32	a	1.78	b	9.1	a
RPRpanca	7.75	a	2.26	a	10.0	a
Sig.	ns		ns		ns	
CV %	20.88%		22.69%		18.21%	

** Altamente significativo. * Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

El Perú carece de una estadística detallada acerca del rendimiento promedio de ajíes, instituciones como ADEX⁴, INEI⁵ o asociaciones de agricultores agrupan todos los cultivares de ají en uno solo: ají. Valderrama y Ugás (2009) mencionan que el promedio nacional de ají escabeche es de 16Tn/ha pudiendo llegar hasta 30Tn/ha en parcelas experimentales; sin embargo, Zarate (2012) alcanzó un rendimiento de 59.7Tn/ha en valle de Casma con más del doble de la densidad de siembra de lo mencionado en este trabajo. Villanueva (2012) obtuvo rendimientos entre 13.1 – 19.99Tn/ha para distintas dosis de fertilizante, rendimientos que se acercan a lo obtenido en la campaña I y II.

⁴ Asociación de Exportadores

⁵ Instituto Nacional de Estadística e Informática

En el caso del ají panca, el rendimiento obtenido (ver Tabla 13 y Tabla 14) es inferior al rendimiento obtenido por Montaña (2000) pues demostró que el rendimiento en fresco es de 10.65Tn/ha cuando el trasplante se realiza a 35 días de edad.

La interacción entre los factores “tipo de riego” (factor A) y “variedad del cultivo” (factor B), resultó no significativo al final de la campaña II. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre el rendimiento, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 21), es decir, el RP no presentó cambios significativos de rendimiento en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

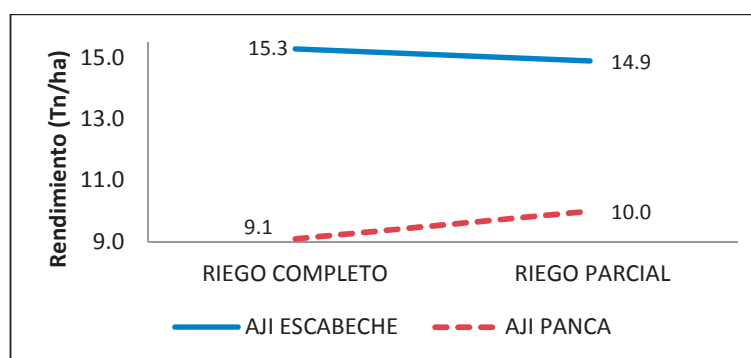


Figura 21. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Rendimiento - campaña II

3.2. PESO FRESCO POR FRUTO

El promedio del peso fresco por fruto de ají para los tratamientos bajo RPR no presentó diferencias significativas durante la campaña I, a diferencia de las cosechas parciales (Ver Tabla 15).

Las parcelas de ají escabeche bajo RPR redujeron el peso por fruto hasta en un 15%, 9%, 1.5% en la primera, segunda y tercera paña con respecto al RC. En el caso del ají panca la reducción se dio solo en la segunda y tercera paña con 7% y 23% respectivamente, en relación al riego completo.

Si bien en las cosechas parciales se evidencian diferencias significativas entre tratamientos esto no implica que la cosecha total presente similar condición, ya que el total resulta del promedio de cosechas parciales y es durante este proceso en que la amplitud de resultados en las cosechas parciales, al final, se reduzca abruptamente.

Sharma (2015) tampoco encontró diferencias significativas en el peso fresco por fruto entre el RPR, con un 30% de ahorro en agua, y el control. En contraste, Dorji *et al*, (2005) reportó una reducción en el peso fresco por fruto en RPR a comparación del control.

Tabla 15. Peso fresco por fruto - campaña I

NIVELES	1° PAÑA 149 DDT		2° PAÑA 174 DDT		3° PAÑA 197 DDT		TOTAL 2013 (gr)	
RCescabeche	64.25	a	55.78	a	36.99	a	40.69	a
RPRescabeche	54.17	b	50.76	b	36.42	b	40.98	a
Sig.	**		*		*		ns	
RCpanca	40.43	a	36.14	a	31.34	a	35.87	a
RPRpanca	37.86	a	33.62	b	24.01	b	32.06	a
Sig.	ns		*		*		ns	
CV %	6.68%		7.16%		8.77%		8.08%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo
Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

La interacción entre los factores A y factor B, resultó no significativo al final de la campaña I. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre el peso fresco por fruto, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 22), es decir, el RP no presentó cambios significativos de Peso fresco por fruto en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

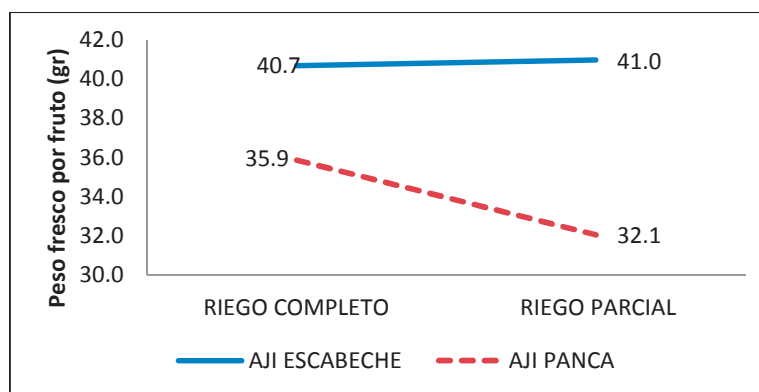


Figura 22. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Peso fresco de fruto - campaña I

El peso fresco por fruto de ají para los tratamientos sometidos a RPR no presentó diferencias significativas para la campaña II tanto como para las cosechas parciales y el total (ver Tabla 16). Aunque no es estadísticamente posible comparar los resultados entre las campañas por tratarse de la misma parcela, es importante resaltar que existe una diferencia notable del peso fresco por fruto de una campaña a otra, es decir, en la campaña luego de la poda se obtuvo frutos de menor peso. Recordar que en la campaña II, el periodo vegetativo culminó 50 días antes que la campaña I, lo cual podría ser una de las razones por las que el fruto no se desarrolló aún más.

Tabla 16. Peso fresco por fruto en la campaña II

NIVELES	1° PAÑA 109 DDPR		2° PAÑA 148 DDPR		TOTAL 2014 (gr)	
RCescabeche	34.83	a	25.48	a	32.79	a
RPRescabeche	32.72	a	27.08	a	31.14	a
Sig.	ns		ns		ns	
RCpanca	18.93	a	18.56	a	18.86	a
RPRpanca	18.55	a	17.61	a	18.56	a
Sig.	ns		ns		ns	
CV %	7.64%		7.93%		6.57%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

El grafico de interacción entre los factores A y factor B, resultó no significativo al final de la campaña II. Esto indica que del efecto el tratamiento RP, sobre el peso fresco por fruto, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 23), es decir, el RP no presentó cambios significativos de Peso fresco por fruto en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

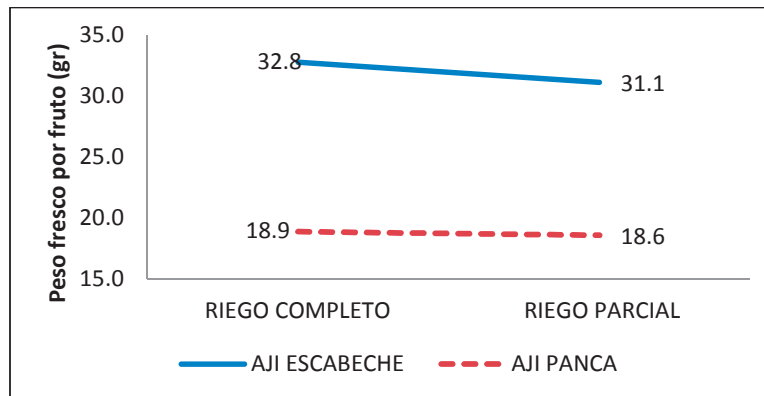


Figura 23. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Peso fresco de fruto - campaña II

3.3. MATERIA SECA POR FRUTO

En el presente trabajo el peso seco por fruto presentó una significativa diferencia entre el rendimiento de los tratamientos RPR y RC. Los resultados son similares a lo encontrado por Cantore *et al.* (2000) citado por Sharma *et al.* (2015), quien observó una reducción en peso fresco y peso seco del pimiento bajo RPR. Por otro lado, Serna *et al.* (2011), en su estudio del chile seco “mirasol” sometido a dos distintas laminas con la técnica de RPR no reportó efectos significativas de la técnica en el peso seco del fruto.

Estudios realizados por Rojas *et al.*, en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), cultivo de la misma familia que *Capsicum baccatum* L. var. y *Capsicum chinense*, menciona que los tuberculos obtenidos bajo la técnica de RPR son de mayor calidad que los obtenidos bajo RC pues el porcentaje de materia seca es superior en el primero, lo que para la industria de chips es beneficioso.

Tabla 17 . Materia seca por fruto - campaña II

NIVELES	1° PAÑA 109 DDPR		2° PAÑA 148 DDPR		TOTAL 2014 (gr)	
RCescabeche	5.81	a	4.71	a	5.25	a
RPRescabeche	5.29	a	4.52	a	4.95	b
Sig.	ns		ns		*	
RCpanca	5.55	a	4.52	a	5.19	a
RPRpanca	5.21	a	4.19	a	4.7	b
Sig.	ns		ns		*	
CV %	7.71%		4.45%		5.74%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

La interacción entre los factores A y factor B, resultó no significativo al final de la campaña II. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre la materia seca por fruto, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 24), es decir, el RP no presentó cambios significativos de Materia seca por fruto en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

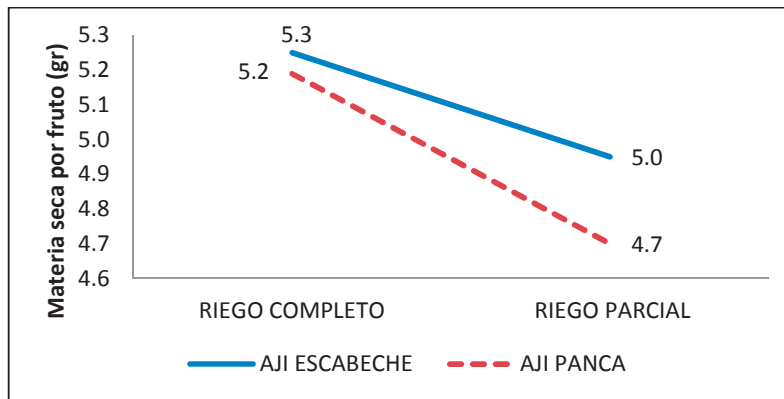


Figura 24. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Materia seco por fruto - campaña II

4. LARGO DE FRUTO

El análisis estadístico, mediante la prueba de comparaciones Tukey, indica que el largo de fruto no fue afectado por el tratamiento bajo RPR con respecto al RC, durante la Campaña I (ver Tabla 18) tanto en las cosechas parciales como en el total.

Tabla 18. Largo de fruto - campaña I

NIVELES	1° PAÑA 149 DDT		2° PAÑA 174 DDT		3° PAÑA 197 DDT		TOTAL 2013 (cm)	
RCescabeche	14.47	a	13.18	a	11.41	a	12.53	a
RPRescabeche	13.83	a	13.6	a	11.5	a	12.77	a
Sig.	ns		ns		ns		ns	
RCpanca	13.08	a	12.33	a	12.2	a	12.39	a
RPRpanca	12.68	a	11.54	a	11.47	a	11.85	a
Sig.	ns		ns		ns		ns	
CV %	6.02%		7.19%		6.52%		7.44%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

La interacción entre los factores A y factor B, resultó no significativo al final de la campaña I. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre el largo de fruto, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 25), es decir, el RP no presentó cambios significativos de Largo de fruto en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

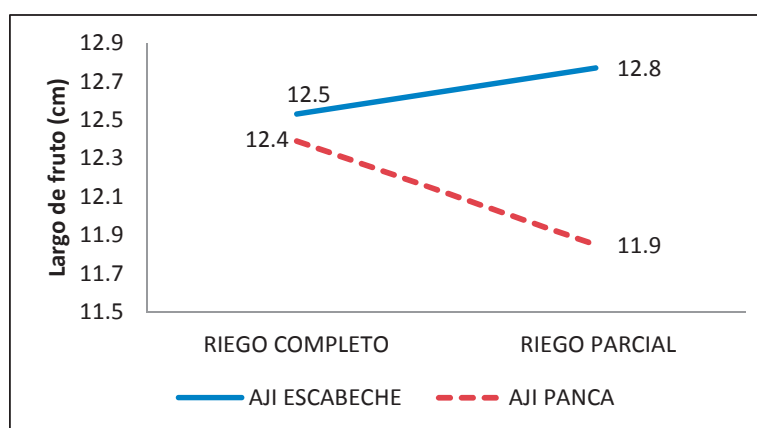


Figura 25. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Largo de fruto - campaña I

En la primera paña de la campaña II las parcelas de ají escabeche y ají panca sometidas a RPR presentaron una significativa reducción del 1.6% y 5% en el tamaño de fruto, respectivamente (ver Tabla 19). Sin embargo, al final de la campaña II el largo de fruto resultó ser similar entre los tratamientos RPR y RC.

Tabla 19. Largo de fruto – campaña II

NIVELES	1° PAÑA 109 DDPR		2° PAÑA 148 DDPR		TOTAL 2014 (cm)	
RCescabeche	13.72	a	12.04	a	13.17	a
RPRescabeche	13.50	b	12.83	a	12.88	a
Sig.	*		ns		ns	
RCpanca	12.24	a	10.77	a	11.48	a
RPRpanca	11.66	b	11.36	a	11.51	a
Sig.	*		ns		ns	
CV %	2.68%		11.15%		5.49%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

La interacción entre los factores A y factor B, resultó no significativo al final de la campaña II. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre la largo de fruto, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 26), es decir, el RP no presentó cambios significativos de Largo de fruto en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

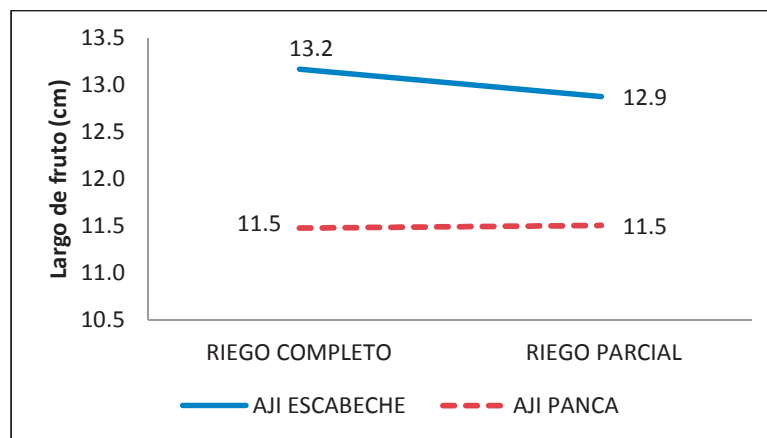


Figura 26. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Largo de fruto - campaña II

5. DIAMETRO DE FRUTO

El diámetro de fruto no fue afectado por el tratamiento bajo RPR con respecto al RC, durante la Campaña I (ver Tabla 20), según las comparaciones estadísticas mediante Tukey, tanto en las cosechas parciales como en el total. El diámetro de fruto promedio más alta fue de 40mm para el ají escabeche y 34mm para el ají panca.

Tabla 20. Diámetro de fruto – campaña I

NIVELES	1° PAÑA 149 DDT		2° PAÑA 174 DDT		3° PAÑA 197 DDT		TOTAL 2013 (mm)	
RCescabeche	40.46	a	41.46	a	38.35	a	40.05	a
RPRescabeche	39.37	a	41.09	a	38.12	a	39.67	a
Sig.	ns		ns		ns		ns	
RCpanca	31.49	a	35.67	a	33.92	a	33.97	a
RPRpanca	32.29	a	33.86	a	33.74	a	32.97	a
Sig.	ns		ns		ns		ns	
CV %	2.36%		3.27%		3.51%		2.62%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

La interacción entre los factores A y factor B, resultó no significativo al final de la campaña I. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre el diámetro de fruto, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 27), es decir, el RP no presentó cambios significativos de diámetro de fruto en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

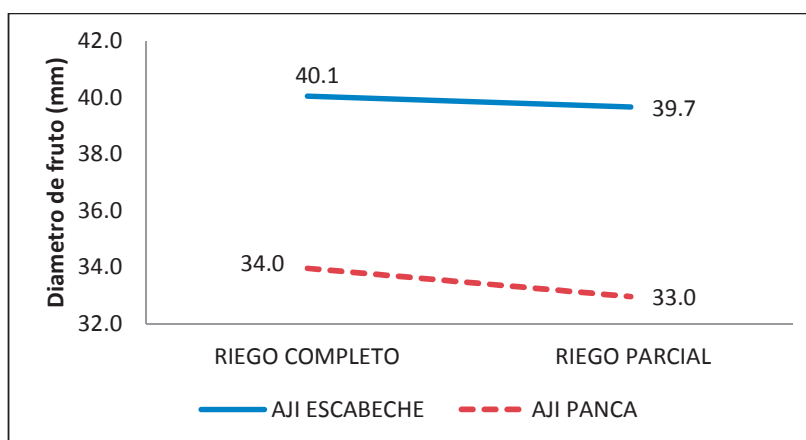


Figura 27. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Diámetro de fruto - campaña I

El diámetro por fruto de ají para los tratamientos sometidos a RPR presentaron diferencias significativas en la campaña II (Ver Tabla 21), en donde las parcelas bajo restricción de riego redujeron el peso por fruto hasta en un 1.6% y 5% para la primera y segunda paña con respecto al RC en el caso de ají escabeche. En el caso del ají panca se presentó una reducción del 8.5% y 10% en la primera y segunda paña respectivamente, en relación al RC. En la cosecha final de la campaña II se reporta una reducción altamente significativa en los tratamientos bajo RPR del 3.3% y 11% para el cultivo de ají escabeche y ají panca en relación al RC, respectivamente.

Tabla 21. Diámetro de fruto – campaña II

NIVELES	1° PAÑA 109 DDPR		2° PAÑA 148 DDPR		TOTAL 2014 (mm)	
RCescabeche	35.90	a	35.06	a	35.48	a
RPRescabeche	35.32	b	33.24	b	34.28	b
Sig.	*		*		**	
RCpanca	29.99	a	27.64	a	29.32	a
RPRpanca	27.43	b	24.75	b	26.09	b
Sig.	*		*		**	
CV %	3.46%		7.15%		4.22%	

** Altamente significativo. * Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

La interacción entre los factores A y factor B, resultó no significativo al final de la campaña II. Esto indica que el efecto del tratamiento RP, sobre el diametro de fruto, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 28), es decir, el RP no presentó cambios significativos de diámetro de fruto en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

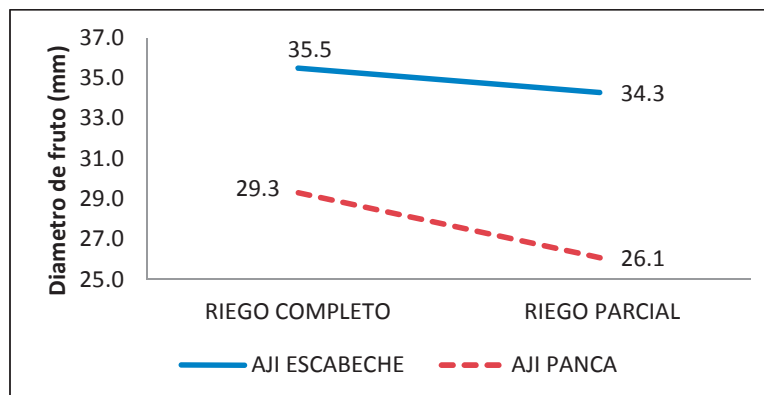


Figura 28. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Diámetro de fruto - campaña II

6. ESPESOR DE PULPA

El espesor de pulpa no fue afectado por el tratamiento bajo RPR con respecto al RC, durante la Campaña I (ver Tabla 22), según las comparaciones estadísticas mediante Tukey, tanto en las cosechas parciales como en el total. El espesor de pulpa promedio más alta fue de 4mm para el ají escabeche y 2.1mm para el ají panca.

Nuez et al. (1996) menciona que durante el viraje del color de fruto se forman fibrillas de proteínas y/o glóbulos lipídicos donde se almacenan sustancias aromáticas y grasas. Durante esta fase de viraje de color del fruto, el tejido parenquimático del mesocarpo deja una serie de canales intercelulares que está relacionado con la demanda de agua. Lo que permite suponer que durante este periodo vegetativo la disponibilidad de agua fue la suficiente para desarrollar un fruto con espesor de pulpa similar entre tratamientos; de igual forma para el largo y diámetro de fruto.

Tabla 22. Espesor de pulpa del ají – campaña I

NIVELES	1° PAÑA 149 DDT		2° PAÑA 174 DDT		3° PAÑA 197 DDT		TOTAL 2013 (mm)	
RCescabeche	4.41	a	4.41	a	3.52	a	4.00	a
RPRescabeche	3.91	b	4.16	a	3.48	a	3.85	a
Sig.	**		ns		ns		ns	
RCpanca	2.01	a	2.11	a	1.82	a	2.03	a
RPRpanca	2.16	a	2.13	a	1.73	a	2.05	a
Sig.	ns		ns		ns		ns	
CV %	3.01%		10.75%		4.50%		5.07%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

La interacción entre los factores A y factor B, resultó no significativo al final de la campaña I. Esto indica que el efecto el tratamiento RP, sobre el espesor de pulpa, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 29), es decir, el RP no presentó cambios significativos de espesor de pulpa en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

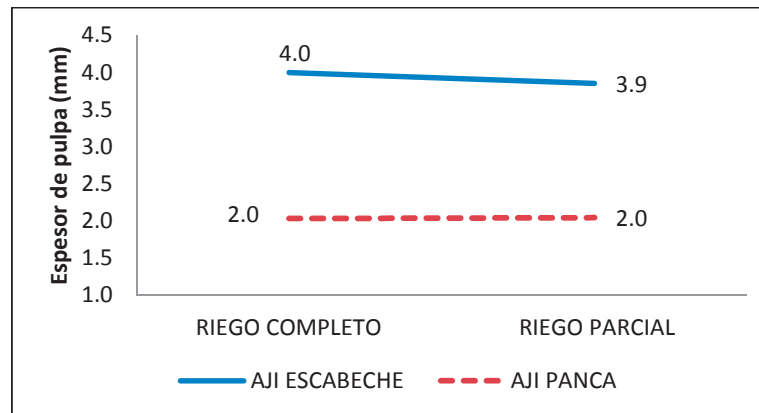


Figura 29. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Espesor de pulpa - campaña I

El espesor de pulpa no fue afectado por el tratamiento bajo RPR con respecto al RC, durante la Campaña II (ver Tabla 23), según las comparaciones estadísticas mediante Tukey, tanto en las cosechas parciales como en el total. El espesor de pulpa promedio más alta fue de 4mm para el ají escabeche y 1.9mm para el ají panca. Aunque no es posible realizar un análisis estadístico comparativo entre los resultados de la campaña I y campaña II, es posible notar que los resultados promedios de espesor de pulpa son muy similares entre ambas campañas (ver Tabla 22 y Tabla 23).

Tabla 23. Espesor de pulpa del ají – campaña II

NIVELES	1° PAÑA 109 DDPR		2° PAÑA 148 DDPR		TOTAL 2014 (mm)	
RCescabeche	4.08	a	3.91	a	3.99	a
RPRescabeche	3.91	a	3.62	a	3.76	a
Sig.	ns		ns		ns	
RCpanca	1.92	a	1.88	a	1.9	a
RPRpanca	1.87	a	1.71	a	1.79	a
Sig.	ns		ns		ns	
CV %	5.74%		12.75%		7.45%	

** Altamente significativo.* Significativo. n.s. No significativo

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas, según la prueba de Tukey

La interacción entre los factores A y factor B, resultó no significativo al final de la campaña II. Esto indica que el efecto el tratamiento RP, sobre el espesor de pulpa, se manifestó de igual forma tanto para el ají escabeche como en el ají panca (ver Figura 30), es decir, el RP no presentó cambios significativos de espesor de pulpa en ambas variedades de ají. Por lo tanto se puede afirmar que el efecto del factor A, para esta variable, es independiente del factor B.

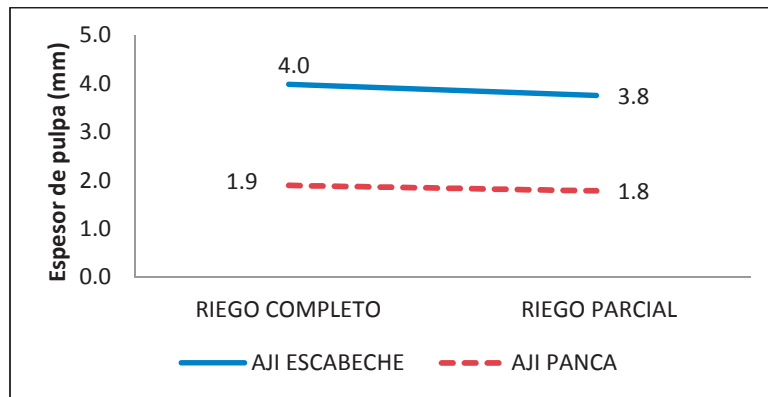


Figura 30. Interacción entre los factores “A” y “B” para la variable Espesor de pulpa - campaña II

7. VOLUMEN DE AGUA UTILIZADO

El volumen de agua administrado a las parcelas bajo restricción hídrica permitió ahorrar 22% de agua en la campaña I y 30.6% en la campaña II a comparación del riego completo. La lámina de riego aplicada en la campaña I fue de 1226.4mm y 961mm para los tratamientos de RC y RPR, respectivamente. Mientras que para la campaña II la lámina de riego descendió hasta 943.3mm y 654.5mm para los tratamientos de RC y RPR, respectivamente (ver Tabla 24 y Tabla 25). Este descenso de lámina aplicada de una campaña a otra se debe a que, producto del rebrote luego de la poda, la planta ya tiene una estructura más desarrollada y el periodo fenológico es más corto que el anterior y por ende menos turnos de riego. Sharma *et al.* (2015) aplicó un total de 1188.3mm y 832mm para los tratamientos de RC y RPR, respectivamente, en su estudio sobre las respuestas fisiológicas del ají (*Capsicum annum* L) bajo riego parcial de raíces con aplicación del riego por goteo en condiciones de invernadero. Celik (1991) citado por Metin *et al* (2011) evaluó el efecto de varios regímenes de riego superficial sobre el rendimiento de ají (*Capsicum annum* L) en el Norte Central de Anatolia y reportó una lámina total aplicada 825mm para una sola campaña, además, recomendó controlar un nivel de agotamiento del 60% como máximo dentro de los 90cm de profundidad. Metin *et al* (2011), reportó una lámina de riego máxima de 547mm y mínima de 351mm aplicada a una campaña de ají (*Capsicum annum* L) por medio de riego por goteo bajo un clima del Mediterráneo.

Es importante mencionar la eficiencia de aplicación durante este trabajo, es por ello que en el Anexo 6 se detalla este parámetro además de demanda de agua mes a mes. La eficiencia de aplicación fue de 40% y 68% para la campaña I y campaña II, respectivamente.

Los resultados respecto al Uso Eficiente del Agua (UEA) reportan una mejora de 37% y 40% en este indicador para la primera y segunda campaña, respectivamente (ver Tabla 24 y Tabla 25). La mejora de este indicador significa que se puede obtener un mayor rendimiento en una campaña de ajíes con la misma cantidad de agua. Sharma *et al.* (2015) encontró que con la técnica de RPR se logra mejorar el UEA hasta en un 31% sin afectar significativamente el rendimiento, mientras que otros autores sostienen haber alcanzado mejorar del UEA en 52.05% y 61% bajo RPR (Cheng *et al.*, 2008; Kang *et al.*, 2001).

Tabla 24. Módulo de riego y uso eficiente del agua (UEA) - campaña I

Descripción	Módulo de riego (m³/Ha/año)		UEA (Kg/m³)	
Riego completo	12263.7	100%	1.24	100%
Riego parcial de raíces	9609.4	78.36%	1.70	137%

Tabla 25. Módulo de riego y uso eficiente del agua (UEA) - campaña II

Descripción	Módulo de riego (m³/Ha/año)		UEA (Kg/m³)	
Riego comercial	9433.59	100%	1.62	100%
Riego parcial de raíces	6544.92	69.38%	2.28	140%

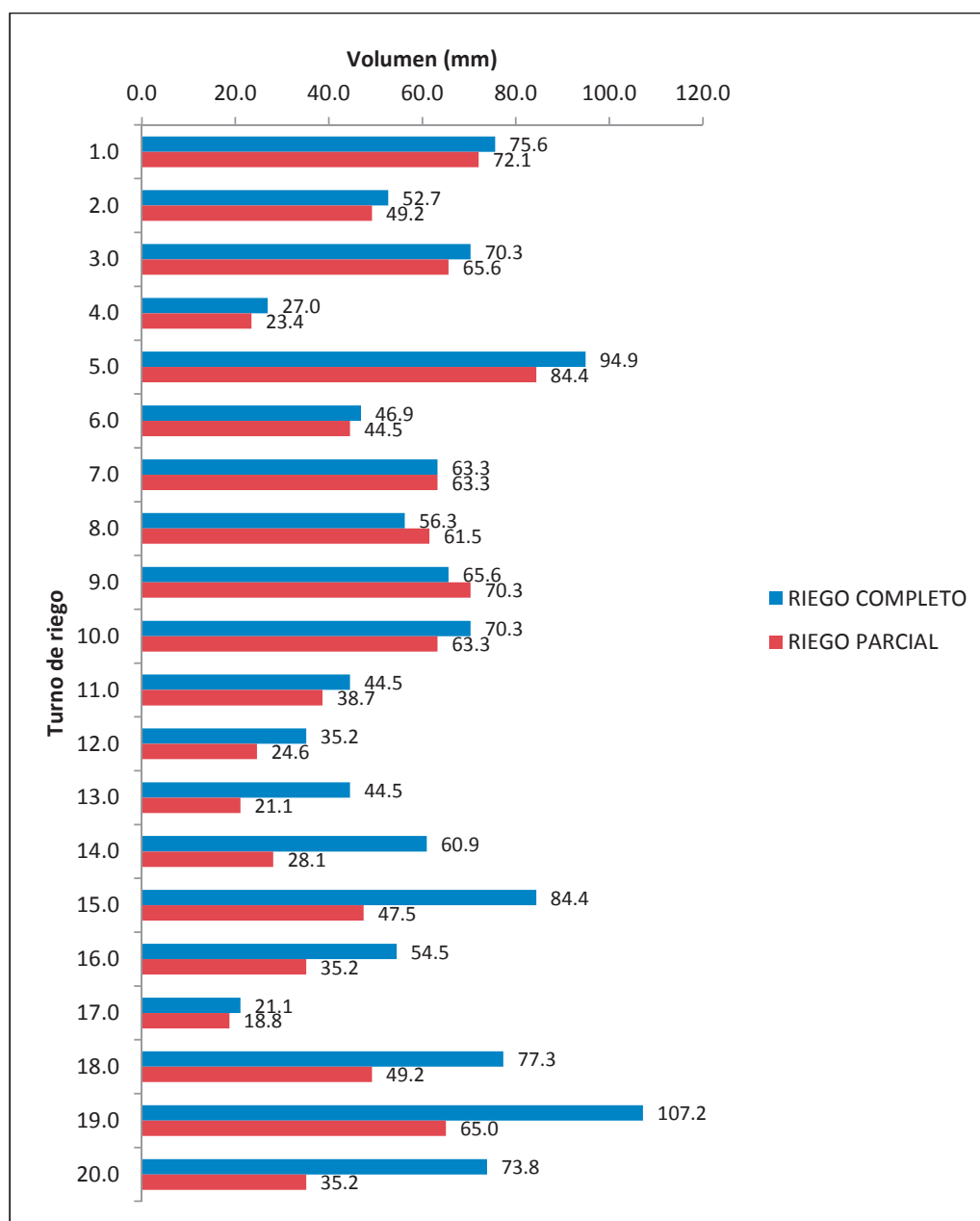


Figura 31. Dosis de agua aplicado - Campaña I, 2013

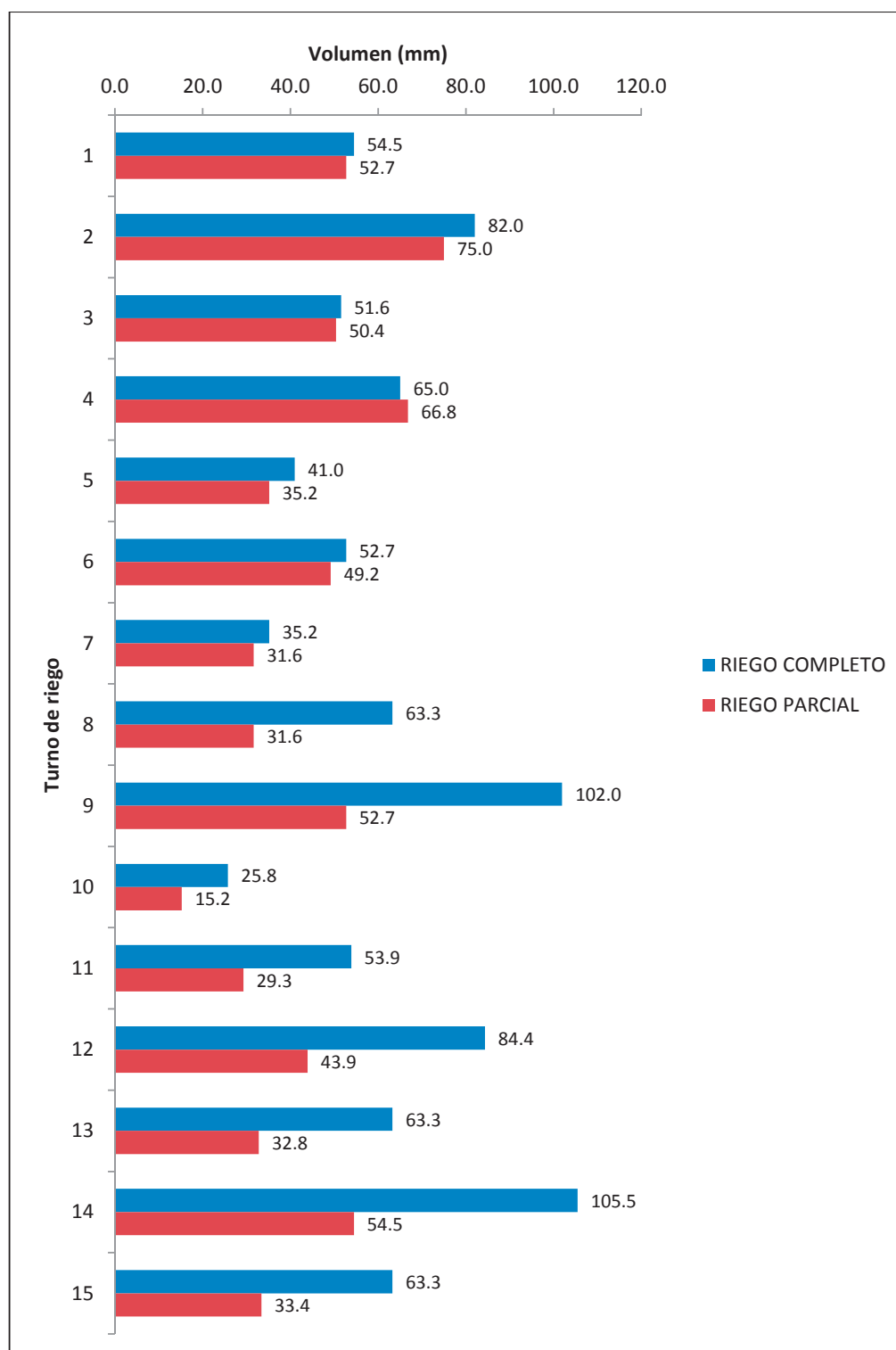


Figura 32. Dosis de agua aplicado - Campaña II, 2014

8. EVALUACION ECONOMICA

La importancia de la evaluación económica en esta experiencia reside en la capacidad de haber obtenido cosechas en épocas que el agricultor ni el mercado acostumbra, con rendimientos muy cercanos a 16Tn/ha, promedio nacional del ají escabeche, y con una dotación reducida de agua.

Para el cálculo del índice de rentabilidad se consideró el ahorro en costo del agua para los tratamientos bajo RPR. Una de las ventajas del sector agrícola en Mala es el bajo coste del agua (ver Anexo 3) a comparación de otros valles donde deben extraer agua subterránea y el coste por metro cubico de agua se eleva hasta s/.0.80. Situación en la que se ve afectado cuantiosamente el índice de rentabilidad.

En el año 2013 (ver Tabla 26) el ingreso neto se obtuvo considerando que el precio de venta por kilo de ají escabeche y ají panca fue de s/.3 y s/.22, respectivamente; considerando un 26% de aprovechamiento neto (en seco) del ají panca, se realizó el cálculo de utilidades. El índice de rentabilidad más bajo obtenido fue el tratamiento RPR_{panca} a pesar de haberse vendido a un precio por encima de lo acostumbrado en la zona ya que en los meses de agosto y septiembre (meses en que fue la cosecha) el ají panca y ají escabeche son escasos en el mercado local y en Lima.

En el año 2014, la segunda campaña producto de una poda, la inversión total se redujo (ver Tabla 27) se ahorró en preparación del campo, almácigos y siembra. La rentabilidad fue mejor a comparación del 2013 de tal manera que el tratamiento RPR_{panca} fue el de mayor recaudación. Durante los meses de mayo y junio el precio del ají escabeche y ají panca fue de s/.2.5 y s/.22, precio obtenido del mercado mayorista UNICACHI sur, Lima.

Aunque la rentabilidad se incrementó en esta última campaña, es conveniente precisar que hubieron tres meses de agoste que significó tiempo en el que el campo dejó de generar ganancias, lo que en términos económicos se conoce como “costo de oportunidad”. Es decir, el costo de oportunidad por agostar las plantar de ají pudo haber sido, por ejemplo, una campaña de lechuga o rabanito o cualquier otro cultivo de corto periodo. Por esta razón en la Tabla 27 dentro de las utilidades se reduce el monto de 4000 soles por significar el costo de oportunidad mencionado, de esta forma se ajusta el índice de rentabilidad a una situación real.

Tabla 26. Análisis económico por hectárea – campaña I, 2013

TRATAMIENTOS	INVERSION TOTAL (s/.)	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	INGRESO NETO (s/.)	UTILIDAD DE PRODUCCION (s/.)	INDICE DE RENTABILIDAD %
RCescabeche	27650	15200	45600	17950	65%
RPRescabeche	27614	16300	48900	21286	77%
RCpanca	27650	6460	36951.2	9301.2	34%
RPRpanca	27614	5870	33576.4	5962.4	22%

*Precio en base al precio de venta en el mercado mayorista UNICACHI sur.

Tabla 27. Análisis económico por hectárea – campaña II, 2014

TRATAMIENTOS	INVERSION TOTAL (s/.)	RENDIMIENTO (Kg/Ha)	INGRESO NETO (s/.)	UTILIDAD DE PRODUCCION (s/.)	INDICE DE RENTABILIDAD %
RCescabeche	17965	15300	38250	20 285 – 4 000	91%
RPRescabeche	17911	14900	37250	19 339 – 4 000	86%
RCpanca	17965	9100	52052	34 087 – 4 000	167%
RPRpanca	17911	10000	57200	39 289 – 4 000	197%

*Precio en base al precio de venta en el mercado mayorista UNICACHI sur.

9. VENTAJAS Y DESVENTAJAS

Debido a la interacción de muchos factores presentados durante esta experiencia, se debe remarcar las ventajas y desventajas que conlleva esta técnica de riego, que si bien permite ahorrar agua es necesario conocer la fisiología y adaptación del cultivo antes de aplicarla para evitar cuantiosas bajas del rendimiento. Considerando la complejidad del manejo relacionado a implementar la técnica de RPR, es crítico identificar las condiciones donde esta metodología pueda generar alguna clase de mejora en el uso eficiente del agua (Sadras, 2008).

Una ventaja del RPR es que permite reducir la huella hídrica del cultivo de modo que el agricultor pueda utilizar ese volumen ahorrado en un área adicional de terreno. Donde se obtiene mejores resultados; según la bibliografía revisada; es en frutales, ya que su estructura desarrollada es más leñosa y resistente al estrés hídrico a comparación de algunas hortalizas. Sin embargo, las hortalizas desarrollan otros mecanismos eficientes para contrarrestar los efectos de la escasez del agua como es el caso del tomate y el ají. La desventaja de esta técnica se muestra cuando además del estrés hídrico se suma el estrés por plagas o estrés por salinidad o heladas; bajo esas condiciones la planta se ve severamente afectada hasta podría causar su deceso. Es por ello que el éxito de esta técnica depende de una continua supervisión agronómica.

El análisis de rentabilidad demuestra que la poda o soca ha sido beneficioso para el agricultor al ahorrar gastos de instalación del cultivo en el segundo año y sin mermar el rendimiento. En el fundo Topará ubicado en Chíncha –Cañete se realiza la labor de poda para nuevas campañas. La desventaja de esta práctica es que se debe tener un tiempo de agoste y muchos agricultores prefieren sembrar otro cultivo inmediatamente después de la campaña de ají y así tener una nueva campaña con un nuevo producto porque lo consideran rentable. Pero si el agricultor no dispone de capital para esa nueva campaña entonces dejar en agoste la campaña de ají sería lo más conveniente.

V. CONCLUSIONES

- El rendimiento en las parcelas bajo riego parcial de raíces y riego completo fueron similares considerando que, el volumen total de agua administrada se redujo hasta en 21.6% en el 2013 y 30.6% en el 2014.
- El diámetro de fruto, espesor de pulpa, largo de fruto, peso fresco por fruto para el cultivo de *Capsicum chinense* (ají panca) bajo riego parcial fue similar a las parcelas bajo riego completo en la campaña del 2013 y 2014. Mientras que la altura de planta y el diámetro de fruto presentaron una reducción significativa del 20% y 11% en las parcelas bajo riego parcial para el 2013 y 2014, respectivamente. El peso seco por fruto solo fue evaluado en la campaña del 2014, donde se presentó una reducción significativa del 9.5% en las parcelas bajo riego parcial.
- La altura promedio, diámetro de fruto, espesor de pulpa, largo de fruto, peso fresco por fruto para el cultivo de *Capsicum baccatum* L.var *pendulum* (ají escabeche) bajo riego parcial fue similar a las parcelas bajo riego completo en la campaña del 2013 y 2014, a excepción del diámetro de fruto pues los resultados para este parámetro presentaron una reducción significativa del 3.4% en la parcela bajo riego parcial durante el 2014.
- El riego parcial mejoró la eficiencia de uso de agua, calculada con los resultados de rendimiento y volumen de agua aplicado. Esta eficiencia se incrementó en 37% y 40% para los años 2013 y 2014 en comparación con la eficiencia del riego completo.
- Trabajar con el pequeño agricultor ha significado comprender básicamente sus limitantes económicas e hídricas, una realidad presente en los pequeños agricultores (parcelas menores a 5 Ha) quienes representan el 83% de esta actividad económica y para seguir desarrollando el agro debe de retroalimentarse de más investigaciones participativas.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar nuevas experiencias de investigación con la técnica de riego parcial de raíces en otras condiciones climáticas, sobre todo en las zonas productoras de ají escabeche y panca del Perú. Además de experimentar en otras hortalizas a fin de optimizar los sistemas de riego existentes, pues el ahorro de agua logrado se debe comprender como la posibilidad de extender aún más el área cultivable con la misma dotación de agua.
- Realizar evaluaciones adicionales, como la conductancia estomática y concentración de ABA, para posteriores experiencias de forma que se tenga mayores herramientas que expliquen con mayor claridad el efecto del riego parcial de raíces.
- Estudiar o conocer el cultivo antes de aplicar la técnica de riego RPR, es importante saber la época en que coincide cada etapa de su periodo vegetativo para reconocer en que estación del año es conveniente iniciar con esta metodología y saber qué estado fenológico es el menos sensible al estrés hídrico así evitar que se perjudique el rendimiento.
- Se recomienda la práctica de la poda o soca en el cultivo de ají panca y ají escabeche porque el cultivo crece con mayor vigor y presenta una mejor estructura celular que permite ahorrar mucha más agua además que el periodo fenológico tarda menos que la anterior campaña y a consecuencia de ello, se puede obtener cosechas prematuras en épocas oportunas en las que el ají es escaso y el precio de venta es mayor en el mercado local.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Antony, E. and R.B. Singandhupe. 2004. Impact of drip and surface irrigation on growth, yield and WUE of capsicum (*Capsicum annuum* L.). Agr. Water Mgt. 65:121–132.
- Congreso Latinoamericano de Agroecología (IV, 2013, Lima, Perú). 2013. Alternate furrow irrigation reduces water applied without yield reduction in California processing tomatoes. Barrios F., Jackson Louise.
- Cheng, S.G., Z.Y. Zhang, N. Liu, S.E. Yu, and X. W. Gang. 2008. Comparative effects of deficit irrigation (DI) and partial rootzone drying (PRD) on soil water distribution, water use, growth and yield in greenhouse grown hot pepper. Sci. Hort. 119:11–16.
- Davies W., Wilkinson S., Loveys B. (2002). Stomatal control by chemical signaling and the exploitation of the mechanism to increase water use efficiency in agriculture. New Phytol. 153:449-460.
- Di Rienzo, Julio Alejandro; Gonzales, Laura Alicia; Díaz, María del Pilar; Robiedo, Carlos Walter; Casanoves, Fernando, 2008. Estadística para las ciencias agropecuarias. Séptima Edición.
- Dorji, K., M. H. Behboudian, J.A. Zegbe-Dominguez, 2005. Water relations, growth, yield, and fruit quality of hot pepper under deficit irrigation and partial rootzone drying. Sci Hort. 104:137-149.
- El Comercio - Suplemento Comercial. N° Página 8. Fecha de publicación 18/09/2015. <http://www.adexperu.org.pe/capsicum/noticias.html>
- Eshbaugh, H.W. 2012. The taxonomy of de genus *Capsicum*. Miami University, Oxford, Ohio, USA.P. 14, 21, 22.En: RUSSO M, Vicent. 2012. Peppers: botany, production and uses. CABI.
- Fageria, NK; Baligar, VC; Clark, RB. 2006. Physiology of Crop production. Primera edición. 153 – 175p.
- Fuentes Y., 1998. Técnicas de riego. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 471 p.
- García Pisco, J. E. 2004. Evaluación de las condiciones de drenaje y salinidad en el valle de Mala sector Bujama-Los plátanos. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima.

- Guerrero, Ja. 1993. Estudio del efecto del déficit hídrico y de la fertilización potásica en algunas características morfo-fisiológicas y en el rendimiento de plantas de papa provenientes de semilla sexual. Tesis Mag. Sc. Lima – Perú. Universidad Nacional Agraria la Molina. 125p.
- Harmandeep Sharma, Manoj K. Shukla, Paul W. Bosland. 2015. Physiological Responses of Greenhouse-grown Drip-Irrigated Chile Pepper under Partial Root Zone Drying. *HortScience* 50(8): 1224-1229.
- Heiser C. B. Jr, 1964. Los chiles y ajíes (*Capsicum*) de Costa Rica y Ecuador. Ciencia y naturaleza.
- Instituto Nacional de Investigación Agraria, INIA. Cultivo de ají escabeche. Programa Nacional de Investigación en Hortalizas, Pág. 1-2. (Consulta: 2 de Marzo del 2014). Disponible en: <http://www.inia.gob.pe/SIT/consPR/adjuntos/890.pdf>
- INRENA – Ministerio De Agricultura, 2007. Evaluación de los recursos hídricos de la cuenca del río Mala – Estudio Hidrológico. 257 p. Disponible en: www.ana.gob.pe/media/296656/estudio_hidrologico_mala.pdf (Consulta 14 de septiembre de 2015)
- International Board for Plant Genetics Resources – Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp.). <http://indoplasma.or.id/deskriptor/IPGRI/deskriptor%20cabe.pdf>. Fecha de consulta: Enero del 2015
- Jovanovic, Z; Stikic, R; Vucelic, B; Paukovic, M; Brocic, Z; Matovic, G; Rovcanin, S; Mojevic, M. 2010. Partial root-zone drying increases WUE, N and antioxidant content in field potatoes. *European Journal of Agronomy* 33:124-131
- Kang, S; Zhang, L; Hu, X; Li, Z; Jerie, P. 2001. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. *Scientia Horticulturae* 89: 257-267.
- Lara, N. 2006. Manual del Cultivo de Páprika (*Capsicum annuum* L.). Instituto Peruano del Espárrago y Hortalizas, Perú.
- Leon, J. 2000. Botánica de los cultivos tropicales. Tercera edición. Ed. Agroamerica. Pg. 207-211 (Consulta 19 de Marzo 2015) Disponible en: <http://books.google.com.mx/books?id=NBtu79LJ4h4C&dq=botánica+capsicum&hl=es&source=gbnavlinks>.

- Luna-Flores W., Estrada-Medina H., Jiménez-Osornio J. J. M., López L. L. efecto del estrés hídrico sobre el crecimiento y eficiencia del uso del agua en plántulas de tres especies arbóreas caducifolias. Revista: Terra Latinoamericana 2012 30(4) -Fecha de consulta: 22 de septiembre de 2015. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57325814006>
- Matthias Jäger, Alejandra Jiménez, Karen Amaya (2013). *Guía de oportunidades de mercado para los ajíes nativos de Perú*. Biodiversity International – INIA. Pp 38.
- Mcleod M. J., S. I. Guttman y W. H. Eshbaugh 1982. Early evolution of chili peppers (*Capsicum*). Economic Botany 36: 361-368.
- Mcleod, M. J., S. I. Guttman, W. H. Eshbaugh y R. E. Rayle. 1983. An electrophoretic study of evolution in *Capsicum* (Solanaceae). Evolution 37: 562–574.
- Medrano Hipolito, Josefina Bota, Josep Cifre, Jaume Flexas, Miquel Rbas-Carbo, Javier Gulias, 2007. Eficiencia en el uso del agua por las plantas. Investigaciones Geográficas, n°47 pp 63-84.
- Montaña N., 1999. Efecto de la edad de trasplante sobre el rendimiento de tres selecciones de ají dulce (*Capsicum chinense* Jacq.). Bioagro Vol. 12, núm. 2, 2000, pp. 55-59. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado Barquisimeto, Venezuela.
- Navarro Bazalar, C. 2014. Evaluación de seis formulaciones con abonos orgánicos y guano de islas en el ají cerezo. Tesis agronomía. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina, 80p.
- Nicho, S. P. 2004. Cultivo de Ají Escabeche. INIA PNI-Hortalizas. 12 p. Lima-Perú. (Consulta: 24 de julio del 2015). Disponible en: www.academia.edu/5019460/CULTIVO_DE_AJ%C3%8D_ESCABECHE.
- Nuez, F. Gil Ortega, J. Costa, 1996. El cultivo de pimientos, chiles y ajíes. Ediciones Mundi-Prensa Madrid-España 607p.
- Ortiz, R. O. 1983. “Utilización de descriptores en la caracterización de líneas de *Capsicum*”. Tesis para optar el título de biólogo. 196 p. UNALM. Lima-Perú.
- Rázuri L.; Perez A.T.; Hernandez J.D.; Rosales J.G., 2009. Manejo del agua en el cultivo del ají (*Capsicum chinense* jacq) a través de tensiómetro y tina de evaporación, utilizando riego localizado. Instituto de investigaciones Agropecuarias de la Universidad de Los Andes. ISSN 1690-3226 enero-junio. 8 (15).

- Rojas G.; Posadas A.; Quiroz R.; Holle M.; Málaga M.; 2007. Secado parcial de raíces: una promisorio técnica de riego en papa (*Solanum Tuberosum* L.). Departamento de Recursos Naturales del Centro Internacional de la Papa. Zonas Aridas 11(1). Pp 206-218.
- Sadras, V.O. 2009. Does partial root-zone drying improve irrigation water productivity in the field? A meta-analysis. *Irrig Sci.* 27: 183-190.
- Sebastiano Intrigliolo Diego, 2004. Efectos del riego deficitario y de la carga de cosecha sobre las relaciones hídricas y la respuesta agronómica del ciruelo japonés.
- Serna Pérez Alfonso, Jorge Artemio Zegbe, Jaime Mena-Covarrubias, 2011. Rendimiento y calidad de chile seco ‘mirasol’ cultivado bajo riego parcial de la raíz. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias.
- Shao G. C., Zhang Zhan-Yu, Liu Na, Yu Shuang-En, Xin Weng-Gang, 2008. Comparative effects of deficit irrigation (DI) and partial rootzone drying (PRD) on soil water distribution, water use, growth and yield in greenhouse grown hot pepper. *Scientia Horticulturae* 119 (2008): 11-16
- Shaozhong Kang, Lu Zhang, Xiaotao Hu, Peter Jerie, 2001. An improved water use efficiency for hot pepper grown under controlled alternate drip irrigation on partial roots. *Scientia Horticulturae* 89 (Pág. 257-267)
- Shaozhong Kang, Jianhua Zhang, 2004. Controlled alternate partial root-zone irrigation: its physiological consequences and impact on water use efficiency. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 55, No. 407.
- Sharma H., Manoj K. Shukla, Paul W. Bosland, 2015. Physiological responses of Greenhouse-grown Drip-irrigated Chile Pepper under Partial Root Zone Drying. *HortScience* Vol 50(8): 1224-1229,pp
- Shao Guang-Cheng, Zhang Zhan-Yu, Liu Na, Yu Shuang-En, Xing Weng-Gang, 2008. Comparative effect of deficit irrigation (DI) and partial rootzone drying (PRD) on soil water distribution, water use, growth and yield in greenhouse grown hot pepper. *Scientia Horticulturae* 119(2008) 11-16.
- Stoll Manfred, Brian Loveys, Peter Dry, 2000. Hormonal changes induced by partial rootzone drying of irrigated grapevine. *Journal of Experimental Botany*, Vol. 51, N° 350, pp 1627-1634.
- Spreer, W; Ongprasert, S; Hegele, M; Wünsche, Jn; Müller, J. 2009. Yield and fruit development in mango (*Mangifera indica* L. cv. Chok Anan) under different irrigations regimes. *Agricultural Water Management* 96: 574-584.

- Ugás R., S. Siura, F. Delgado De La Flor, A. Casas Y J. Toledo, 2000. Datos básicos de hortalizas. Programa de Hortalizas, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima. 202pág.
- Vásquez A., Vásquez I., Vélchez G., 2010. Principios básicos del riego. Facultad de Ingeniería Agrícola. Departamento de Recursos de agua y tierra. Universidad Nacional Agraria La Molina. 265p.
- Vásquez Samaniego, CJ. 2012. Aplicación del riego deficitario controlado en duraznero (*Prunus persica*) cultivares Canario y Florida 39 bajo el sistema de riego por goteo. Tesis pregrado de la facultad de Ingeniería Agrícola. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Valderrama M.; Ugás R. 2009. Ajíes Peruanos: sazón para el mundo. Editorial el Comercio. 121 p. Ed. Sociedad Peruana de Gastronomía (APEGA).
- Villanueva J., 2014. Niveles de fertilización N-P-K en el rendimiento de ají escabeche (*Capsicum baccatum* var. *pendulum* L.) bajo condiciones del valle de Cañete. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Wang, Y; Liu, F; Andersen, MN; Jensen, CR. 2010. Improved plant nitrogen nutrition contributes to higher water use efficiency in tomatoes under alternate partial root-zone irrigation. *Functional Plant Biology*. 37,175-182
- Yactayo Gabriel WL, 2011. Estudio de la eficiencia de uso de agua de la planta de papa en respuesta a la aplicación de diferentes niveles de láminas de riego utilizando el riego parcial en condiciones de invernadero. Tesis pregrado de la facultad de Ingeniería agrícola. Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Zarate, V.P. 2012. “Efecto de la densidad de siembra en la producción y calidad en ají escabeche (*Capsicum baccatum* L. var. *Pendulum*) en el valle de Casma”. Tesis para optar el título de Ingeniero Agrónomo. 100 p. UNALM.
- Zegbe J., Serna A., Bravo A., 2006. Riego parcial de la raíz en manzano “Golden Delicious” en un ambiente semiárido. *Revista Fitotec* Vol. 29: 69 – 73.
- Zegbe J., Hossein M., Clothier B., 2006. Respues del tomate para proceso al riego parcial de la raíz. *Terra Latinoamericana* 25:61-67.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Cronograma de riegos

Tabla 28. Cronograma de riegos en la campaña I - 2013

Fecha	Descripción	TIEMPO DE RIEGO (horas)	CAUDAL I - RC (Lts/s)	CAUDAL II - RP (Lts/s)	VOLUMEN I - RC (m3)	VOLUMEN II -RP (m3)	VOLUMEN I - RC (mm)	VOLUMEN II - RP (mm)
05/03/2013	Riego de enseño							
09/03/2013	Trasplante							
16/03/2013		3	4.3	4.1	46.4	44.3	75.6	72.1
20/03/2013		3	3.0	2.8	32.4	30.2	52.7	49.2
29/03/2013		4	3.0	2.8	43.2	40.3	70.3	65.6
03/04/2013		2	2.3	2.0	16.6	14.4	27.0	23.4
09/04/2013		3	5.4	4.8	58.3	51.8	94.9	84.4
16/04/2013		2	4.0	3.8	28.8	27.4	46.9	44.5
23/04/2013		3	3.6	3.6	38.9	38.9	63.3	63.3
01/05/2013		3	3.2	3.5	34.6	37.8	56.3	61.5
18/05/2013		4	2.8	3.0	40.3	43.2	65.6	70.3
03/06/2013		3	4.0	3.6	43.2	38.9	70.3	63.3
18/06/2013		2	3.8	3.3	27.4	23.8	44.5	38.7
27/06/2013	INICIA TRATAMIENTO (110 ddt)							
28/06/2013		3	2.0	1.4	21.6	15.1	35.2	24.6
16/07/2013		2	3.8	1.8	27.4	13.0	44.5	21.1
22/07/2013		2	5.2	2.4	37.4	17.3	60.9	28.1
05/08/2013	1° Paña (149 ddt)							
10/08/2013		3	4.8	2.7	51.8	29.2	84.4	47.5
21/08/2013		3	3.1	2.0	33.5	21.6	54.5	35.2
30/08/2013	2° Paña (174 ddt)							
03/09/2013		2	1.8	1.6	13.0	11.5	21.1	18.8
16/09/2013		3	4.4	2.8	47.5	30.2	77.3	49.2
22/09/2013	3° Paña (197 ddt)							
05/10/2013		3	6.1	3.7	65.9	40.0	107.2	65.0
26/10/2013		3	4.2	2.0	45.4	21.6	73.8	35.2
27/10/2013	Inicio de agoste							
28/11/2013	Poda de ajíes							
TOTAL					753.48	590.40	1226.37	960.94

Tabla 29. Cronograma de riegos en la campaña II – 2014

Fecha	Descripción	TIEMPO DE RIEGO (horas)	CAUDAL - RC (Lts/s)	CAUDAL - RP (Lts/s)	VOLUMEN - RC (m3)	VOLUMEN -RP (m3)	VOLUMEN I - RC (mm)	VOLUMEN II -RP (mm)
09/03/2013	TRASPLANTE							
16/01/2014		3	3.1	3.0	33.48	32.40	54.5	52.7
22/01/2014		4	3.5	3.2	50.40	46.08	82.0	75.0
01/02/2014		2	4.4	4.3	31.68	30.96	51.6	50.4
08/02/2014		3	3.7	3.8	39.96	41.04	65.0	66.8
12/02/2014		2	3.5	3.0	25.20	21.60	41.0	35.2
26/02/2014		3	3.0	2.8	32.40	30.24	52.7	49.2
05/03/2014		3	2.0	1.8	21.60	19.44	35.2	31.6
12/03/2014	INICIA TRATAMIENTO (55 ddpr)							
18/03/2014		3	3.6	1.8	38.88	19.44	63.3	31.6
29/03/2014		3	5.8	3.0	62.64	32.40	102.0	52.7
12/04/2014		2	2.2	1.3	15.84	9.36	25.8	15.2
23/04/2014		2	4.6	2.5	33.12	18.00	53.9	29.3
01/05/2014		3	4.8	2.5	51.84	27.00	84.4	43.9
05/05/2014	1° Paña (109 ddpr)							
10/05/2014		2	5.4	2.8	38.88	20.16	63.3	32.8
22/05/2014		3	6.0	3.1	64.80	33.48	105.5	54.5
04/06/2014		3	3.6	1.9	38.88	20.52	63.3	33.4
13/06/2014	2° Paña (148 ddpr)							
				TOTAL	579.60	402.12	943.36	654.49

Anexo 2. Esquema hidráulico

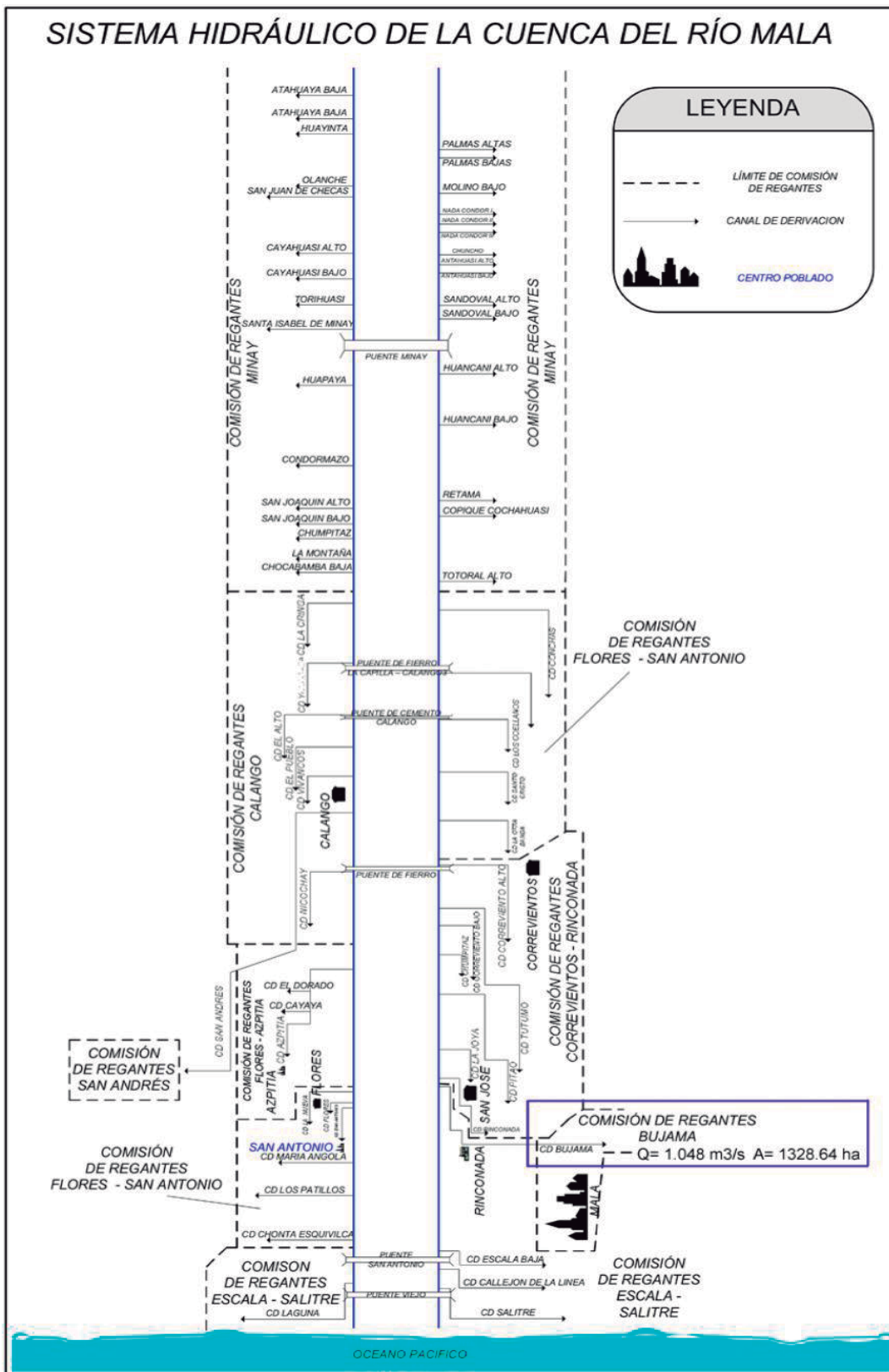


Figura 33. Esquema hidráulico de la cuenca del rio Mala

Anexo 3. Costos de producción

Tabla 30. Costos de producción de ají por hectárea

ACTIVIDAD Y RECURSOS		CANTIDAD	C. U. s/.	COSTO TOTAL / Ha
I. COSTOS DIRECTOS				26150
1.0. PREPARACION DEL SUELO				8535
1.1. Riego de machaco	Jornal	3	35	105
1.2. Aradura	Hora-maq	6	80	480
1.3. Fertilización				
Estiércol de Vacuno (M.O.)	Tn	7.5	1000	7500
1.4. Aplicaciones fitosanitarias				
Bacillus t.	Kg	0.5	130	65
1.5. Mano de obra				
Riego	Jornal	1	35	35
Instalación de sistema de riego	Jornal	10	35	350
2.0. ALMACIGOS				1135
2.1. Insumos				
Vasitos	Millar	14	12.5	175
Semillas	Kg	1	80	80
Sustrato	Glb	1	600	600
2.2 Mano de obra				
Llenado de vasitos	Jornal	4	35	140
Mantenimiento x 1 mes	Jornal	4	35	140
3.0 SIEMBRA EN CAMPO				1150
3.1. Insumos				
Herramientas/jabas	unid	1	100	100
3.2. Mano de obra				
Riego y trasplante	Jornal	30	35	1050
4.0. PRODUCCION EN CAMPO				12030
4.1. Agua	m3	15000	0.012	180
4.2. Fertilización				
Basfoliar	Lt	20	30	600
Powerfolfos	Lt	20	30	600
Urea	Bls	20	90	1800
Fertilizante 20 - 20 - 20	Bls	30	90	2700
4.3. Aplicaciones fitosanitarias				
Actara (tiametoxam)	Lt	10	40	400
Trico D (Trichoderma harzianum)	Bls	15	40	600
Afidon (Dimetoato)	Lt	20	30	600
4.4. Mano de obra				

<i>Continuación...</i>				
1° Abonamiento	Jornal	30	35	1050
2° Abonamiento	Jornal	30	35	1050
3° Abonamiento	Jornal	30	35	1050
Deshierbe	Jornal	10	35	350
Aporque	Jornal	20	35	700
Aplicaciones fitosanitario	Jornal	10	35	350
5.0. COSECHA				3300
5.1. Insumos				
Sacos	Unid	100	1.5	150
5.2. Mano de obra				
1° Paña	Jornales	45	35	1575
2° Paña	Jornales	45	35	1575
II. COSTOS INDIRECTOS				1500
Alquiler de terreno	Glb	1	1500	1500
COSTO TOTAL (I + II + III)				27650

Tabla 31. Costos de la investigación por hectárea

ACTIVIDAD Y RECURSOS		CANTIDAD	C.U. s/.	COSTO TOTAL / Ha
I. COSTOS DIRECTOS				26150
1.0. PREPARACION DEL SUELO				8535
1.1. Riego de machaco	Jornal	3	35	105
1.2. Aradura	Hora-maq	6	80	480
1.3. Fertilización				
Estiercol de Vacuno (M.O.)	Tn	7.5	1000	7500
1.4. Aplicaciones fitosanitarias				
Bacillus t.	Kg	0.5	130	65
1.5. Mano de obra				
Riego	Jornal	1	35	35
Instalación de sistema de riego	Jornal	10	35	350
2.0. ALMACIGOS				1135
2.1. Insumos				
Vasitos	Millar	14	12.5	175
Semillas	Kg	1	80	80
Sustrato	Glb	1	600	600
2.2 Mano de obra				
Llenado de vasitos	Jornal	4	35	140
Mantenimiento x 1 mes	Jornal	4	35	140

<i>Continuación...</i>				
3.0 SIEMBRA EN CAMPO				1150
3.1. Insumos				
Herramientas/jabas	unid	1	100	100
3.2. Mano de obra				
Riego y trasplante	Jornal	30	35	1050
4.0. PRODUCCION EN CAMPO				12030
4.1. Agua	m3	15000	0.012	180
4.2. Fertilización				
Basfoliar	Lt	20	30	600
Powerfolfos	Lt	20	30	600
Urea	Bls	20	90	1800
Fertilizante 20 - 20 - 20	Bls	30	90	2700
4.3. Aplicaciones fitosanitarias				
Actara (tiametoxam)	Lt	10	40	400
Trico D (Trichoderma harzianum)	Bls	15	40	600
Afidon (Dimetoato)	Lt	20	30	600
4.4. Mano de obra				
1° Abonamiento	Jornal	30	35	1050
2° Abonamiento	Jornal	30	35	1050
3° Abonamiento	Jornal	30	35	1050
Deshierbe	Jornal	10	35	350
Aporque	Jornal	20	35	700
Aplicaciones fitosanitario	Jornal	10	35	350
5.0. COSECHA				3300
5.1. Insumos				
Sacos	Unid	100	1.5	150
5.2. Mano de obra				
1° Paña	Jornales	45	35	1575
2° Paña	Jornales	45	35	1575
II. COSTOS INDIRECTOS				3500
Alquiler de terreno	Glb	1	1500	1500
Laboratorio	Glb	1	2000	2000
III. COSTOS DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL CAMPO				2700
Pago asistente supervisor del campo	Mes	6	200	1200
Pasajes Lima - Mala	Glb	6	200	1500
COSTO TOTAL (I + II + III)				32350

Anexo 4. Cronograma de actividades

Tabla 32. Cronograma de actividades – campaña I, 2013

DDT	Fecha	Descripción
-4	05/03/2013	Riego de enseño
0	09/03/2013	Trasplante
6	15/03/2013	Recalce de ajíes
7	16/03/2013	Riego
8	17/03/2013	Instalación de trampas de color y de melaza
11	20/03/2013	Riego
12	21/03/2013	Acercamiento de la línea de riego a las plantas
20	29/03/2013	Riego
25	03/04/2013	Riego
29	07/04/2013	Desmalezado
31	09/04/2013	Riego
34	12/04/2013	Incorporación de materia orgánica
35	13/04/2013	Aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares
38	16/04/2013	Riego
45	23/04/2013	Riego
53	01/05/2013	Riego
57	05/05/2013	Aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares
64	12/05/2013	Labor de aporque y desmalezado
70	18/05/2013	Riego
71	19/05/2013	Aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares
72	20/05/2013	Inicio de floración
86	03/06/2013	Riego
89	06/06/2013	Aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares
101	18/06/2013	Riego
111	28/06/2013	Riego
122	09/07/2013	Aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares
129	16/07/2013	Riego
134	21/07/2013	INICIA TRATAMIENTO
135	22/07/2013	Riego
149	05/08/2013	1° Paña
154	10/08/2013	Riego
161	17/08/2013	Aplicación de insecticidas
165	21/08/2013	Riego
174	30/08/2013	2° Paña
178	03/09/2013	Riego
191	16/09/2013	Riego
197	22/09/2013	3° Paña
210	05/10/2013	Riego
231	26/10/2013	Riego
232	27/10/2013	Inicio de agoste del cultivo
264	28/11/2013	Poda de ajíes

Tabla 33. Cronograma de actividades – campaña II, 2014

DDPR	Fecha	Descripción
-313	09/03/2013	Trasplante
-49	28/11/2013	Poda de ajíes
0	16/01/2014	Primer riego del año
6	22/01/2014	Riego
16	01/02/2014	Riego
20	05/02/2014	Aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares
23	08/02/2014	Riego
27	12/02/2014	Riego
40	25/02/2014	Aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares
41	26/02/2014	Riego
43	28/02/2014	Aplicación de herbicida
44	01/03/2014	Riego
48	05/03/2014	Riego
55	12/03/2014	INICIA TRATAMIENTO
58	15/03/2014	Inicio de floración
61	18/03/2014	Riego
72	29/03/2014	Riego
81	07/04/2014	Aplicación de herbicida
86	12/04/2014	Riego
97	23/04/2014	Riego
105	01/05/2014	Riego
109	05/05/2014	1° Paña (109 DDPR)
114	10/05/2014	Riego
116	12/05/2014	Aplicación de insecticidas y fertilizantes foliares
119	15/05/2014	Aplicación de herbicida
126	22/05/2014	Riego
139	04/06/2014	Riego
148	13/06/2014	2° Paña (148 DDPR)

Anexo 5. Demanda de agua

Tabla 34. Demanda de agua para el ají en la campaña I, 2013

	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	Total (mm)	Total (m3/Ha/año)
ETP (mm/mes)	127.1	111.9	81.8	58.5	55.5	59.8	69.6		
Kc	0.63	0.77	0.91	1.05	1.05	1.01	1.01		
ETc (mm/mes)	80.1	86.2	74.4	61.4	58.3	60.4	70.3	491.1	4911
Dosis aplicada (mm/mes)	198.6	232.0	271.9	105.5	138.9	98.4	181.0	1226.3	12263
Eficiencia de aplicación	40%	37%	27%	58%	42%	61%	39%	40%	

Tabla 35. Demanda de agua para el ají en la campaña I, 2014

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	Total (mm)	Total (m3/Ha/año)
ETP (mm/mes)	124.6	118.2	127.1	111.9	81.8	58.5		
Kc	1.01	1.01	1.05	1.05	1.01	1.01		
ETc (mm/mes)	125.8	119.4	133.5	117.5	82.6	59.1	637.9	6379
Dosis aplicada (mm/mes)	137.0	210.0	200.0	80.0	253.0	63.0	943.0	9430
Eficiencia de aplicación	92%	57%	67%	147%	33%	94%	68%	